

Hämodynamik während orthostatischer Belastung
bei jüngeren und älteren Probanden mit besonderer
Berücksichtigung des Schlag- und Minutenvolumens

von
Rainer Woischke
aus
Lochau

1977
1

1978 № 3 16



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. K. Bachmann

Hämodynamik während orthostatischer Belastung bei jüngeren und älteren Probanden mit besonderer Berücksichtigung des Schlag- und Minutenvolumens

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich - Alexander - Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt
von
Rainer Woischke
aus
Lochau

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. E. Lang

Korreferent: Prof. Dr. K. Bachmann

Tag der mündlichen Prüfung: 10.11.1977

MEINEN ELTERN IN DANKBARKEIT GEWIDMET

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Orthostasesyndrom und Hypotonie
Grundlagen und Begriffsbestimmung
3. Methodik
 - 3.1 Untersuchungsgut
 - 3.2 Untersuchungsgang
 - 3.3 Untersuchungsmethoden
 - 3.3.1 Das Impedanzkardiogramm
 - 3.3.2 Das Phonokardiogramm
 - 3.3.3 Das Elektrokardiogramm
 - 3.3.4 Das Sphygmogramm der a. temporalis
 - 3.3 Auswertungsmodus
 - 3.5 Statistik
4. Ergebnisse
 - 4.1 Das Verhalten der Kreislaufparameter während der Spätregulation
 - 4.1.1 Der systolische Blutdruck

- 4.1.2 Der diastolische Blutdruck
- 4.1.3 Die Blutdruckamplitude
- 4.1.4 Die Herzfrequenz
- 4.1.5 Der arterielle Mitteldruck
- 4.1.6 Das Herzschlagvolumen
- 4.1.7 Das Herzminutenvolumen
- 4.1.8 Der periphere Widerstand
- 4.1.9 Die Austreibungszeit
- 4.1.10 Die prozentuale Dikrotiehöhe
- 4.1.11 Der Dikrotiequotient
- 4.1.12 Die Thoraxgrundimpedanz
- 4.1.13 Das Elektrokardiogramm
- 4.1.14 Das Phonokardiogramm
- 4.2 Die Sofort- und Frühregulation
 - 4.2.1 Das Herzschlagvolumen während der Sofortregulation
 - 4.2.2 Die Pulsperiodendauer während der Sofortregulation
 - 4.2.3 Die Austreibungszeit während der Sofortregulation
 - 4.2.4 Herzschlagvolumen, Pulsperiodendauer und Austreibungszeit während der Frühregulation

5. Diskussion

6. Zusammenfassung

7. Literaturverzeichnis

8. Anhang mit Tabellen

1. Einleitung

Hypotonie, Orthostasesyndrom und Kreislaufregulation sind trotz vieler neuer Erkenntnisse bis heute noch umstrittene Diskussionsthemen in Klinik und Forschung, wobei selbst über den Krankheitswert orthostatischer Regulationsstörungen noch erhebliche Meinungsverschiedenheiten bestehen (44, 101, 182, 208, 224). Trotzdem muß ihnen vor allem wegen ihres relativ häufigen Auftretens größere praktische Bedeutung beigemessen werden (56, 87, 164), zumal etwa 15 % der Patienten, die zum Arzt kommen, über orthostatisch bedingte Kreislaufbeschwerden klagen (184). Dabei spielen neben organisch-funktionellen auch psychovegetativ-psychosomatische Faktoren eine Rolle (3, 43, 45, 46, 46, 56, 57, 66, 113, 144, 155, 194).

Zur Beurteilung der Kreislaufregulation gibt es verschiedene Funktionsprüfungen, bei denen im wesentlichen das Verhalten von Kreislaufparametern vor, während und nach orthostatischer Belastung beobachtet wird. In der überwiegenden Zahl klinisch eingesetzter Untersuchungsverfahren, die Auskunft über die orthostatische Regulation geben sollen, werden vor allem Blutdruck- und Pulsfrequenzverhalten als Beurteilungskriterien herangezogen. Herzschlagvolumenänderungen wurden dagegen in den Funktionsproben bisher weder kontinuierlich noch direkt bestimmt, sondern

nur von Minutenvolumenänderungen bzw. aus der Blutdruckamplitude abgeleitet.

In der vorliegenden Untersuchung wird neben Pulsfrequenz, Blutdruck und systolischen Zeitintervallen mittels der Impedanzkardiographie, die eine kontinuierliche Bestimmung des Schlag- und Minutenvolumens erlaubt, vor allem die Reaktion dieser Parameter während orthostatischer Belastung untersucht.

2. Orthostasesyndrom und Hypotonie

Grundlagen und Begriffsbestimmung

Die orthostatische Spätregulationsstörung wurde erstmals 1882 von SCHAPIRO (179), später auch von HILL (94, 95) beschrieben. Orthostatische Hypotonien können unabhängig vom Ruheblutdruck auftreten (28, 89, 210), ebenso auch bei bereits behandelten Hypotonien, deren Blutdruck mit Sympathikomimetika gesteigert wurde (13, 14, 15).

Als Folge eines zu starken und vor allem plötzlichen Absinkens des arteriellen Mitteldruckes kann es zur verminderten Hirndurchblutung mit zerebralen Erscheinungen (Schwindel, Augenflimmern usw.) kommen (81, 82, 83, 124). Die dabei hauptsächlich angewandten Kreislauftests zur Be-

urteilung der Regulation sind die Stehprobe (aktive Stehbelastung), die Kipptischbelastung (passive Stehbelastung), Hocktest und Valsalva-Preßdruckprobe (212). Obwohl viele dieser Funktionsproben seit Jahrzehnten in Gebrauch sind, fällt auf, daß größere Studien, in denen die Kreislaufregulation von Normalpersonen untersucht wird, kaum existieren (212).

Neben der Vielzahl von Kreislauffunktionsprüfungen, von denen die von SCHELLONG und LÜDERITZ beschriebene und später modifizierte (184) wegen ihrer einfachen Durchführbarkeit die weiteste Verbreitung gefunden hat, gibt es eine ebenso große Anzahl von z.T. verwirrenden Nomenklaturen und Einteilungen, mit denen ein entsprechendes Kreislaufverhalten beschrieben wird.

DELIUS unterscheidet nach dem Verhalten des diastolischen Blutdrucks hyper-, normo- und hypodiastolische Hypotonieformen (44, 48). Die hypodiastolischen entsprechen den hypodynamen Regulationsstörungen, die hyperdiastolischen den hypotonen von SCHELLONG. THULESIUS (212) unterscheidet vier pathologische Reaktionstypen anhand eines Frequenz-Druck-Diagramms:

1. hypertone Reaktion mit Anstieg der Herzfrequenz und des Blutdrucks
2. sympathikotone Reaktion mit Anstieg der Herzfrequenz und Abfall des systolischen Blutdrucks

3. asympathikotone Reaktion mit tiefem Abfall sowohl des systolischen als auch des diastolischen Blutdrucks mit ausbleibender oder abgeschwächter Pulsreaktion
4. die vasovagale Reaktion mit Blutdruckabfall und gleichzeitiger Minderung der Herzfrequenz.

Diese mehr nach funktionellen Gesichtspunkten vorgenommenen Einteilungen der orthostatischen Dysregulationen ergeben sich im wesentlichen aus der Beurteilung des Blutdrucks und der Pulsfrequenz im Stehversuch nach SCHELLONG und LÜDERITZ, die eine hypotone Regulationsstörung, bei der unter Frequenzanstieg der systolische Blutdruck abfällt und der diastolische ansteigt, von einer hypodynamen Regulationsstörung, bei der unter Frequenzanstieg sowohl der systolische als auch der diastolische Blutdruck abfallen, unterscheiden. In Kritik zu SCHELLONG's Bezeichnungen hypoton und hypodynam teilen H. BREHM und K. WEZLER (36) sowie SCHMIDT-VOIGT (184) die Versuchspersonen nach ihrem Kreislaufverhalten im Stehen in orthostatisch normale, orthostatisch labile und orthostatisch insuffiziente ein.

Die erstmals von BRADBURY und EGGLESTON (31) beschriebene selten auftretende "postural hypotension" ist identisch mit der "asympathikotonen Hypotonie" nach NYLIN und LEVANDER (158) und der "idiopathischen Positionshypotonie" nach SCHIEBER (183). Sie tritt vor allem in Zusammenhang mit

neurologischen Leiden auf (51, 70, 76, 88, 105, 106, 135, 180, 216, 220) und ist im wesentlichen charakterisiert durch die Trias:

Abfall des systolischen und diastolischen Blutdrucks und konstante oder abfallende Herzfrequenz bei orthostatischer Belastung, Impotentia coeundi und An- bzw. Hypohydrose.

F. MAINZER unterscheidet eine idiopathische von einer symptomatischen Form, je nachdem ob die Regulationsstörung allein oder abhängig von anderen Nervenkrankungen auftritt (135).

Varianten der "postural hypotension" sind das Riley-Day-Syndrom (174) und das Shy-Drager-Syndrom (195). Beim Riley-Day-Syndrom sind erhebliche Störungen der autonomen vegetativen Funktionen mit einer asympathikotonen Hypotonie kombiniert und beim Shy-Drager-Syndrom besteht zusätzlich zur asympathikotonen Hypotonie eine parkinsonähnliche Symptomatik.

KNEBEL unterteilt aufgrund der Analyse arterieller Pulskurven die orthostatischen Regulationsstörungen in eine primär venöse und eine primär arterielle Störung (116).

DITTMANN, NUSSER und MECHTELKE (3, 54, 55, 142, 143, 145, 153, 154, 155) wenden die in der Technik üblichen Regelmechanismen auf die menschliche Kreislaufregulation an. Nach der Prüfung der Güte des Regelsystems differenzieren sie die Blutdruckregulationsstörung in statisch und dynamisch labile Regulationsstörungen. Die statisch labile

Druckregelung entspricht der hypotonen und hypodynamen Regulationsstörung nach SCHELLONG, die dynamisch labile Druckregelung der hypertonen Regulationsstörung (145). Da bei dieser Methode der Differenzierung eine direkte arterielle Blutdruckmessung notwendig ist, hat sie keine breitere Anwendung gefunden und bleibt im wesentlichen der Klinik vorbehalten (189).

Neben der Beurteilung des Blutdruck- und Frequenzverhaltens während der Orthostase gibt das Stehelektrokardiogramm (9, 99, 187, 207) zusätzliche Informationen, wobei die Veränderungen im Erregungsablauf des Herzens durch eine Erhöhung des Sympathikotonus erklärt werden können.

Durch die direkte arterielle Blutdruckmessung nach DITTMANN, NUSSER und MECHELKE (54, 55) sowie durch die Aufzeichnung des Elektrokardiogramms zur Frequenzbestimmung vor und während orthostatischer Belastung kann das Verhalten dieser Kreislaufparameter im Gegensatz zur unblutigen Blutdruck- und Pulsfrequenzmessung auch während der ersten Sekunden der Stehbelastung, der Frühregulation, beurteilt werden. K. BARBEY (17, 20, 23, 24) unterscheidet deshalb Früh- von Spätregulationsstörungen. Mit Hilfe des von ihm beschriebenen Hock-Tests und der Registrierung der Temporaliskurve läßt sich eine Frühregulationsstörung relativ leicht auch in einem nichtinva-

siven Meßverfahren feststellen. Sie liegt dann vor, wenn die Dikrotie der Temporalispulskurve sofort im Stehen unter 40 % des Ausgangswertes sinkt. Eine Korrelation der Frühregulationsstörung mit der Spätregulationsstörung ist nach K. W. SCHNEIDER (189) noch nicht erbracht.

Weitere orthostatische Kreislauffunktionsprüfungen sind die Bestimmung der Pulssummen bei orthostatischer Belastung nach E. A. MÜLLER (150), wobei ebenfalls hypotone, hypodyname, statisch-labile Regulationsstörungen von hypertonen dynamisch-labilen Regulationsstörungen unterschieden werden können. Bei der Valsalva'schen Preßdruckprobe (37) und deren Modifikation nach FLACK und BURTON (61), bei der die forcierte Ausatemungsperiode bei einem Gegendruck von 40 mm Hg durch ein Ventil mit großem Widerstand festgelegt wurde, wird die während des Pressens im Stehen eintretende Änderung der Pulsfrequenz zur Beurteilung der orthostatischen Regulation herangezogen.

Die nach klinischen und pathologischen Gesichtspunkten vorgenommene Einteilung der Hypotonien - sie sind von den orthostatischen Regulationsstörungen zu unterscheiden - nach DELIUS (44) unterscheidet die chronische Hypotonie mit primären und sekundären Formen, die passagere Hypotonie, die akute Hypotonie und die lokale

Hypotonie nach PIERACH (163).

Unter Berücksichtigung pathogenetischer Gesichtspunkte erfolgt eine aetiologische Einteilung von SIEGENTHALER (199) in

1. primäre, essentielle Hypotonien
2. sekundäre, symptomatische Hypotonien
 - a. endokrine Hypotonien
 - b. kardiovaskuläre Hypotonien
 - c. neurogene Hypotonien
 - d. infektiös-toxische Hypotonien
 - e. hypovolämische Hypotonien.

Eine Einteilung der Hypotonien nach rein pathophysiologischen Gesichtspunkten wird von NUSSER, DONATH und ASCHKE angegeben (155):

1. Hypotonie infolge verminderten peripheren Gefäßwiderstandes
2. Hypotonie infolge verminderten Blutvolumens
3. Hypotonie infolge verminderter Förderleistung des Herzens.

3. Methodik

3.1 Untersuchungsgut

Untersucht wurden 77 Probanden, davon 38 Studenten im Alter zwischen 19 und 27 Jahren (Altersgruppe I) und 39 Bewohner eines Altenwohnheimes im Alter zwischen 62 und 88 Jahren (Altersgruppe II). Alle Versuchspersonen waren "herzgesund", d.h.:

1. Es wurden in der Anamnese keine subjektiven Herzbeschwerden angegeben.
 2. Klinisch wurden keine pathologischen Befunde erhoben.
 3. Der Erregungsablauf im Elektrokardiogramm war altersentsprechend.
 4. Das Thoraxschirmbild war unauffällig.
- Außerdem nahm keiner der Probanden hämodynamisch wirksame Medikamente ein (Tab. I).

Tab. I:

Alter und Geschlecht sowie Größe und Gewicht der Probanden

Altersgruppe	I		II
Probanden Nr.	Ia. 1 - 26	Ib. 27 - 38	1 - 39
Alter (Jahre)	24	23	76,5
Größe (cm)	180,4	174,7	164,4
Gewicht (kg)	73,5	66,8	63,0
Männer	25	9	8
Frauen	1	3	31

3.2 Untersuchungsgang

Bei den Versuchspersonen wurden vor, während und nach passiver Stehbelastung am Kipptisch das Elektrokardiogramm in der II. Ableitung, das Phonokardiogramm, das Sphygmogramm der a. temporalis und das Impedanzkardiogramm synchron aufgezeichnet.

Nach Abschluß aller zur Untersuchung nötigen Vorbereitungen, wie das Anlegen der Bandedektroden für die Impedanzkardiographie, Ek₃-Elektro-

den, Pulsabnehmer usw. wurden nach weiteren 5 und 6 Minuten bei der durchschnittlichen Ruheperiode von 20 - 30 Minuten die Ruhewerte ermittelt. Die nächste Registrierung erfolgte fortlaufend mit dem Beginn der Kippphase und der anschließenden Stehperiode während der ersten durchschnittlich 16 Herzaktionen bei allen älteren Probanden und 26 der jüngeren Probanden zur Ermittlung der Kreislaufparameter während der Sofort- und Frühregulation. Bei 12 der jüngeren Probanden (Altersgruppe Ib) mit normaler Spätregulation wurden diese Größen zur genaueren Beurteilung der späten Frühregulation erst mit Beginn der Stehphase und während der folgenden 30 Sekunden registriert. Die Stehbelastung wurde bei diesem Kollektiv nach 5 Minuten abgebrochen. Die Aufzeichnung während der 10 Minuten dauernden annähernd senkrechten Körperlage (80° Kipptischstellung) erfolgte in Minutenabständen. Zur Beurteilung des Erholungsvorganges nach der Stehperiode erfolgten weitere Registrierungen während des Kippvorganges von senkrechter zu waagrechtlicher Körperlage und nach 1, 2 und 5 Minuten Liegen.

Die Aufzeichnungen wurden in expiratorischem Atemstillstand durchgeführt, da einerseits das Auswurfvolumen und die Kontraktionsphase von Expiration und Inspiration beeinflusst werden (125), andererseits die Atmung zu einer Änderung der thorakalen Grundimpedanz führt (121, 122).

Gleichzeitig wurde der Blutdruck nach der Riva-Rocci-Methode durch Auskultation des Korotkoff-Geräusches bestimmt und die thorakale Grundimpedanz am Impedanzkardiographen abgelesen und protokolliert.

Ausgewertet wurden bei der Altersgruppe Ia und II die Aufzeichnungen der Ruhephase als 5- bzw. 6-Minuten-Wert, die ersten 16 Herzaktionen von Beginn der Kippphase und sofort im Stehen, die Minutenwerte der ersten bis zehnten Minute der Stehbelastung, die Kippphase vom Stehen zum Liegen und die anschließenden 1-, 2- und 5-Minuten-Werte. Beim Alterskollektiv Ib wurden die Ruhewerte ermittelt, die 5-Sekunden-Werte während der ersten 30 Sekunden im Stehen, der erste bis fünfte Minutenwert im Stehen sowie der erste und zehnte Minutenwert im Liegen nach Stehbelastung.

Die Länge L, der Abstand der beiden inneren Elektrodenbänder zur Ableitung des Impedanzkardiogramms, wurde nicht nur im Liegen, sondern auch im Stehen bestimmt, da sich gezeigt hatte, daß diese sich besonders bei adipösen Patienten geringgradig änderte.

3.3 Untersuchungsmethoden

3.3.1 Impedanzkardiogramm

Die Impedanzkardiographie erlaubt die Ermittlung des Herzschlag- und Minutenvolumens. Sie wurde deshalb gewählt, da sie als unblutige Methode zur Bestimmung verschiedener physiologischer Größen des Herzens (12, 16, 68, 86, 110, 117, 118, 119, 121, 122, 125, 152, 156, 157, 165, 196, 197, 206, 218, 219, 231) einfach durchzuführen und reproduzierbar ist, darüber hinaus die Ermittlung des Herzschlagvolumens von Herzaktion zu Herzaktion ermöglicht. Sie hat dadurch entscheidende Vorteile gegenüber den Verdünnungsmethoden, der Ballistokardiographie, den physikalischen Methoden, der Berechnung der Fläche unter der Druckpulswelle der zentralen Aorta und der Messung mit dem elektromagnetischen Flußmeter (85, 98, 107, 108, 114, 191, 192, 206).

Die Impedanzkardiographie läßt zwar nicht exakt auf das tatsächliche Herzschlagvolumen schließen, im Vergleich jedoch bei fortlaufenden Untersuchungen lassen sich Änderungen des Schlagvolumens nachweisen (1, 12, 16, 68, 85, 96, 110, 117, 118, 119, 121, 206). Das Prinzip dieser Methode beruht dabei auf der Messung der Thoraximpedanzänderung.

Bereits 1861 schrieb Lord Kelvin über die Messung des elektrischen Widerstandes bei kon-

stantem Strom durch Bestimmung des Spannungsabfalls mit einem vierpoligen Elektroden-system (211). Am isolierten schlagenden Froschherzen wies H. CREMER erstmals 1907 Änderungen der elektrischen Kapazität in Abhängigkeit vom Herzvolumen nach (Gleichstromdielektrographie) (42). Änderungen der elektrischen Impedanz wurden von ATZLER und LEHMANN (Wechselstromdielektrographie) (11, 127) und ROSA (176) zur Untersuchung der Herzfunktion herangezogen. Die Grundlagen der modernen Impedanz-Plethysmographie erarbeiteten J. NYBOER, S. BAGNO und Mitarbeiter (156, 157). Für unsere Messungen wurde der von KUBICEK, KARNEGIS und Mitarbeitern (63, 112, 117, 118, 119, 228) ursprünglich für die NASA entwickelte Minnesota Impedance Cardiograph (Model 304 A) der Firma Instrumentation for Medicine verwendet.

Zwei der selbsthaftenden Mylar-Aluminium-Elektroden-Bänder (Hersteller: Minnesota Mining & Manufacturing Co. St. Paul, Minnesota) werden um den Hals als Elektroden 1 und 2 und zwei um das obere Abdomen als Elektroden 3 und 4 geklebt. Dabei liegt Elektrode 2 am Unterrand des Halses und Elektrode 3 mindestens 2 Querfinger unterhalb des Xiphoids. Der Abstand zwischen den äußeren Elektroden (1 und 4) und den inneren (2 und 3) beträgt 3 cm (Abb. 1 und 2).

Zwischen den Elektroden 1 und 4 wird ein konstantes elektrisches Hochfrequenzfeld aufgebaut ($f = 100 \text{ kHz}$; $i = 4 \text{ mA}$). Die Spannung zwi-

schen den beiden inneren Elektroden ist aufgrund des Ohmschen Gesetzes ($U = I \text{ konst.} \times l$) proportional zur Thoraximpedanz. Die Thoraximpedanz ist dabei die Summe aller Teilwiderstände in diesem hochfrequenten Wechselstromkreis. Blutverschiebungen im Brustkorb führen zu elektrischen Spannungsänderungen, die in der Meßelektronik verstärkt und demoduliert werden. Die thorakale Grundimpedanz Z_0 wird am Gerät angezeigt. Sie beträgt normalerweise 25 Ohm. Da sich der Einfluß der Atmung auf den Differentialquotienten dZ/dt (Impedanzänderung) weniger stark auswirkt, wurde dZ/dt zur Auswertung herangezogen und nicht die Impedanzkurve selbst.

Die Impedanzänderungskurve dZ/dt wird in 1 Ohm/sec = 1 cm Amplitude geeicht, wobei mit der Eichkurve die Nulllinie festgelegt wird.

Das Schlagvolumen wird aus folgender Formel errechnet (86, 117, 118, 156) (siehe auch Abb. 1):

$$\Delta V = R \times \frac{L^2}{Z_0^2} \times T \times (dZ/dt)_{\min} \text{ (ml)}$$

ΔV = Schlagvolumen (ml)

R = 135 Ohm = Impedanz des fließenden Blutes
bei 100 kHz

L = mittlerer Abstand zwischen den beiden
inneren Elektroden (cm)

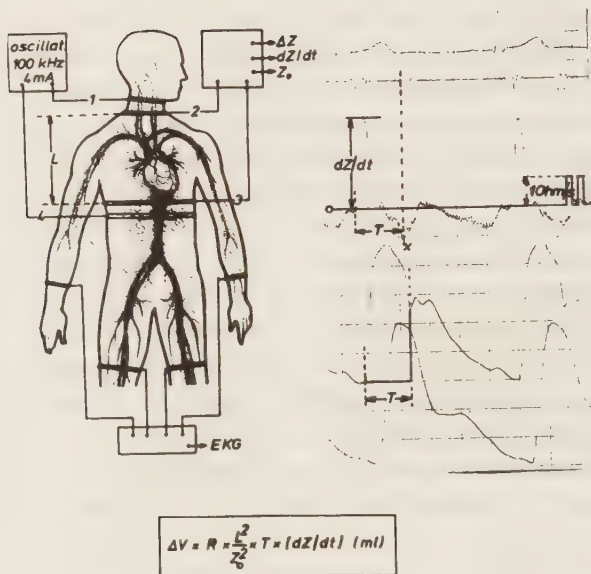


Abb. 1. Schematische Darstellung zur Impedanzkardiographie.

Zwischen den beiden Elektroden 1 und 4 wird ein elektrisches Hochfrequenzfeld aufgebaut ($f = 100 \text{ kHz}$, $i = 4 \text{ mA}$). Die Messung der Thoraximpedanz erfolgt über die Elektroden 2 und 3. Zur Ermittlung des Herzschlagvolumens ΔV wird die Impedanz des fließenden Blutes bei 100 kHz ($R = 135 \text{ Ohm}$), L als mittlerer Abstand der beiden inneren Elektroden 2 und 3, Z_0 als mittlere Thoraximpedanz (am Impedanzkardiogrammen ablesbar) benötigt, und aus dem registrierten Impedanzkardiogramm läßt sich die Austreibungszeit T sowie die Impedanzänderung dZ/dt entnehmen.

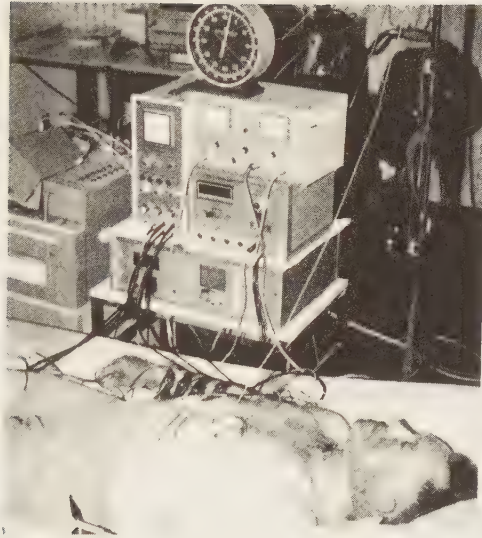


Abb. 2. Die Impedanzkardiographie am Patienten.

Z_0 = mittlere Thoraximpedanz (Ohm)

T = Austreibungszeit (sec)

$dZ/dt_{\min}$ = Amplitude der Impedanzkurve
während der Austreibungsphase;
eigentlich Minimalwert, da bei
der Polung des Gerätes die eigent-
lich negative Amplitude oben liegt.

Die Austreibungszeit T beginnt mit dem Schnittpunkt des aufsteigenden Schenkels der Impedanzkurve mit der Nulllinie und dauert bis zum 2. Herzton (Beginn des Hauptsegments) bzw. zum Punkt X des Impedanzkardiogramms, dem positivsten Punkt nach dem negativen Gipfel (122), an. Die Höhe der maximalen Amplitude gerechnet von der Nulllinie ergibt die Größe von dZ/dt .

3.3.2 Phonokardiogramm

Auf die synchrone Registrierung des Phonokardiogramms sollte zur genaueren Beurteilung des Impedanzkardiogramms nicht verzichtet werden, da durch den 2. Herzton das Ende der Austreibungsphase exakter festgelegt werden kann. Auch geben uns die Amplitudenveränderungen der

Intensität des Herzschalls während der ortho-
statischen Belastung zusätzliche Informationen.
Es wurde daher regelmäßig ein Phonokardiogramm
im gehörähnlichen Frequenzbereich aufgezeich-
net. Das Mikrophon wurde am 3. ICR links
parasternal fixiert, da hier sowohl das Haupt-
segment des 1. Herztones gut erkennbar als auch
das Hauptsegment des Aortenschlußtones noch
deutlich wahrnehmbar ist (125).

3.3.3 Elektrokardiogramm

Ebenso wie beim Phonokardiogramm wurde ent-
sprechend dem Standardprogramm des verwendeten
Registriergerätes nur eine Ableitung des Elektro-
kardiogramms (Abl. II) zur Beurteilung der
Amplituden der P- und T-Wellen sowie der PQ-Zeit
aufgezeichnet. Die Pulsperiodendauer T (sec),
deren Verhalten besonders in der Sofort- und
Frühregulation näher untersucht wurde, ergibt
sich aus dem Abstand zweier R-Zacken, die Herz-
frequenz aus der Formel

$$f = \frac{60}{T} \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

3.3.4 Sphygmogramm der a. temporalis

Nach K. BARBEY kann der Temporalispuls zur Beurteilung des orthostatischen Regulationsverhaltens herangezogen werden (17, 20, 23, 24), da die a. temporalis sich "wegen ihrer knöchernen Unterlage und ihrer geringen Weichteilhüllung besonders für die Druckpulsschreibung bei schwankendem Blutdruck" (24) eignet. Außerdem wirken sich hier die hydrostatischen Einflüsse aufgrund der anatomischen Lage ähnlich aus wie bei den Hirngefäßen. Beurteilt wird dabei das Verhalten der Dikrotie, deren Entstehung durch Überlagerung der primären Blutdruckwelle mit der durch Reflexion in der Peripherie und an Arterienwänden entstandenen Sekundärwelle zu erklären ist (11, 181).

Zur Registrierung der Temporaliskurve wurde der Infraton-Pulsabnehmer (Firma BOUCKE) nach BOUCKE und BRECHT (33, 34) verwendet, der mit einer verstellbaren Kappe so befestigt wurde, daß der Anlagedruck beim Lagewechsel der Probanden nicht durch das Eigengewicht des Pulsabnehmers verändert werden konnte. Aus den registrierten Temporalispulskurven wurde die Pulsamplitude P_A und die Dikrotiehöhe H_D entnommen. Die Dikrotiehöhe H_D ist der Abstand des Fußpunktes der dikroten Welle von der diastolischen

Grundlinie. Aus der Pulsamplitude P_A und der Dikrotiehöhe H_D wurde die prozentuale Dikrotiehöhe H_I % errechnet (17, 22, 23, 24):

$$H_I \% = \frac{H_D \times 100}{P_A}$$

Durch den Dikrotiequotienten

$$H_D \% = \frac{H_I \% \times 100}{H_I \% \text{ vor der Belastung}}$$

wurde die prozentuale Dikrotiehöhe in % der "prozentualen Dikrotiehöhe vor der Belastung" ausgedrückt. Zur Berechnung des Dikrotiequotienten wurde als "prozentuale Dikrotiehöhe vor der Belastung" der Mittelwert der beiden prozentualen Dikrotiehöhen nach 5- und 6-minütiger Ruhepause verwendet.

Die Austreibungszeit, die für die Berechnung des Herzschlagvolumens erforderlich ist, kann auch aus der Pulscurve als die Zeit vom Beginn des Steilanstiegs bis zur Inzisur entnommen werden. Da aber einerseits die Inzisur als hochfrequenter Wellenanteil (17, 226) wegen der starken Dämpfung in der Temporaliskurve häufig nur als Knickbildung im absteigenden Schenkel oder überhaupt nicht zu erkennen ist, andererseits

jedoch mittels der Impedanzkurve und des Phonokardiogramms eine exakte Bestimmung des Aortenklappenschlusses möglich war, wurde die aus der Temporalispulskurve entnommene Austreibungszeit nur zum Vergleich und zur Überprüfung der aus den beiden anderen Kurven ermittelten Werte herangezogen. In Grenzfällen, bei denen die Austreibungszeit nicht exakt ausgemessen werden konnte, wurde diese aus dem zusätzlich aufgezeichneten Sphygmogramm der Karotis entnommen.

3.4 Auswertungsmodus

Folgende Parameter wurden ausgewertet bzw. errechnet:

1. Systolischer Blutdruck
2. Diastolischer Blutdruck
3. Blutdruckamplitude
4. Arterieller Mitteldruck
5. Herzfrequenz bzw. Pulsperiodendauer
6. Thoraxgrundimpedanz
7. Austreibungszeit
8. Herzschlagvolumen
9. Herzminutenvolumen
10. Peripherer Widerstand

11. Prozentuale Dikrotiehöhe
12. Dikrotiequotient
13. Amplitude der P-Welle
14. Amplitude der T-Welle
15. PQ-Zeit
16. 1. Herzton
17. 2. Herzton

Dabei wurden für jede Messung Schlagvolumen, Frequenz, Austreibungszeit, prozentuale Dikrotiehöhe, Amplituden der P- und T-Welle und die PQ-Zeit über mindestens 5 Herzaktionen gemittelt, da die Befunde der zeitlichen Herzdynamik schon physiologischerweise Schwankungen zwischen den einzelnen Herzaktionen erkennen lassen (125).

Während der beiden Kippvorzüge und der sich sofort anschließenden Phasen im Stehen bzw. im Liegen wurden die genannten physiologischen Größen, soweit möglich bzw. auswertbar, für jede Herzaktion bestimmt. Ausgewertet wurden nur die ersten 16 Herzschläge (gerechnet vom Beginn des Kippens), da während dieser Zeit alle Versuchspersonen die expiratorische Apnoepause einhalten konnten, die für exakt auswertbare Impedanzkardiogramme erforderlich ist.

Das Herzminutenvolumen wurde durch Multiplikation des Schlagvolumens mit der aus dem Ekg entnommenen Herzfrequenz ermittelt.

Der arterielle Mitteldruck P_m wurde aus den Werten des systolischen und diastolischen Blut-

drucks P_S und P_D nach der von WEZLER und BÖGER (227) angegebenen Formel errechnet:

$$P_m = P_D + 0,43 \times (P_S - P_D)$$

Der periphere Widerstand W wird als Quotient aus Mitteldruck und Stromstärke i (= Sekunden-volumen) definiert:

$$W = \frac{P_m}{i}$$

Nach Umrechnung in das cgs-System ergibt sich der Widerstand W

$$W = \frac{1,33 \times 60 \times P_m}{HMV} \times 10^3 \left(\frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^5} \right)$$

Für den arteriellen Mitteldruck P_m und das Herzminutenvolumen HMV werden nur die Zahlenwerte eingesetzt.

Entsprechend der Einteilung der orthostatischen Hypotonien nach DELIUS (44) wurden die Versuchspersonen in Gruppen mit normaler und pathologischer Kreislaufregulation eingeteilt, wobei ein systolischer Blutdruckabfall von mindestens 20 mm Hg als pathologisch gewertet wurde.

Aus dem 5- und 6-Minuten-Wert als Ausgangspunkt in der Ruhelage wurden die Mittelwerte des systolischen und diastolischen Blutdrucks,

der Herzfrequenz, des Herzschlag- und Minuten-
volumens, des Mitteldrucks, des peripheren
Widerstandes und der prozentualen Dikrotiehöhe
errechnet, mit denen anschließend alle fol-
genden Meßwerte als Differenzbeträge verglichen
wurden (siehe Tabellen im Angang).

Durch die Bildung dieser Differenzbeträge wird
eine Einengung der Streubreite erreicht. Für die
Blutdruckamplitude, die Austreibungszeit und
die Thoraximpedanz Z_0 wurden keine Differenz-
werte gebildet, da hier die Ermittlung der
tatsächlichen Werte im Vordergrund stand. Von
den Ruhewerten und den Differenzwerten bzw.
tatsächlichen Meßwerten wurden für beide Alters-
gruppen und getrennt nach normaler und patholo-
gischer Spätregulation der Mittelwert, die
Streuung und die Varianz errechnet.

Zur Beurteilung der Sofort- und Frühregulation
wurden ebenfalls bei den Probanden der Alters-
gruppen Ia und II für jede der ersten 16 Herz-
aktionen das Herzschlagvolumen, die Pulsperioden-
dauer und die Austreibungszeit bestimmt. Anhand
typischer Verläufe im Verhalten des Schlagvolu-
mens während der Kippphase vom Liegen zum Stehen
wurden in beiden Alterskollektiven mehrere Grup-
pen gebildet.

Als wesentlich für den Vergleich der Proban-
den wurde wieder die Änderung des Schlagvolumens
von Schlag zu Schlag angesehen, so daß auch hier
die Differenzwerte bezogen auf das Ausgangs-
schlagvolumen errechnet wurden. Von diesen Dif-

ferenzwerten sowie den Meßwerten der Austreibungszeit und der Pulsperiodendauer wurden für alle Gruppen beider Alterskollektive getrennt für jeden Herzschlag Mittelwert, Streuung und Varianz ermittelt. Zur Nivellierung der Ergebnisse wurden diese drei Parameter zusätzlich für je 2 Herzschläge gemittelt, tabelliert und wie bei den Einzelschlägen auf Mittelwert, Streuung und Varianz untersucht.

3.5 Statistik

Statistisch wurden die Werte während der Stehphase gegenüber dem Ausgangswert nach dem t-Test für verbundene Stichproben (Paarvergleich), die Gruppen untereinander nach dem t-Test für unabhängige Stichproben auf signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) geprüft. Zusätzlich wurde noch der Trendtest nach COX und STUART durchgeführt.

4. Ergebnisse

Nach dem Verlauf des systolischen und diastolischen Blutdrucks sowie der Herzfrequenz während der 10 Minuten dauernden Stehphase am Kippisch wurden die Probanden in Gruppen mit normotoner und pathologischer Spätregulation eingeteilt. Dabei zeigten 19 der jüngeren (Altersgruppe Ia) und 32 der älteren Probanden (Altersgruppe II) eine normotone Kreislaufregulation in der Spätphase ebenso wie die Kontrollgruppe Ib, bei der vor allem die Frühregulation während der ersten 30 Sekunden im Stehen näher untersucht und die Stehbelastung nach 5 Minuten abgebrochen wurde. Wegen der geringen Anzahl der Probanden mit pathologischer Kreislaufregulation, 7 (27 %) der Gruppe Ia und 7 (18 %) der Gruppe II, wurde auf eine weitere Unterteilung (nach DELIUS) verzichtet. Auch war nicht immer das pathologische Kreislaufverhalten dieser Probanden exakt einer Untergruppe zuzuordnen. Jedoch zeigten von der Tendenz her von den 7 Versuchspersonen der Altersgruppe Ia 3 eine mehr hypo- und 4 eine mehr hyperdiastolische Kreislaufregulationsstörung, bei der Altersgruppe II konnte bei 6 Probanden die mehr hypodiastolische und bei 1 Probanden die hyperdiastolische Dysregulation beobachtet werden. Die im folgenden beschriebenen Ergebnisse resultieren aus den

Mittelwerten für alle Probanden in den einzelnen Gruppen.

4.1 Das Verhalten der Kreislaufparameter während der Spätregulation

4.1.1 Der systolische Blutdruck

Beim Kollektiv mit normaler Spätregulation der Altersgruppe Ia (Gruppe Ia_{normal}) liegt der Ausgangswert des systolischen Blutdrucks bei $127,6 \pm 10,9$ mm Hg. Er fällt zu Beginn des Stehens um maximal 2,9 mm Hg (- 2,3 %) im Mittel nach 2 Minuten und schwankt im weiteren Verlauf mit weniger als ± 2 mm Hg um seinen Ausgangswert. Im Liegen nach der Stehperiode steigt er sofort um 8 mm Hg ($\pm 6,3$ %) und ist nach 5 Minuten noch um 5 mm Hg ($\pm 3,9$ %) höher als der Ruhewert (Abb. 3).

Der beim Kollektiv mit pathologischer Spätregulation (Gruppe Ia_{pathol.}) geringgradig (nicht signifikant) höher liegende Ausgangswert von $129,6 \pm 15,2$ mm Hg als beim Normalkollektiv fällt im Stehen sofort um 9 mm Hg (- 6,9 %) und weiter um maximal 22,5 mm Hg

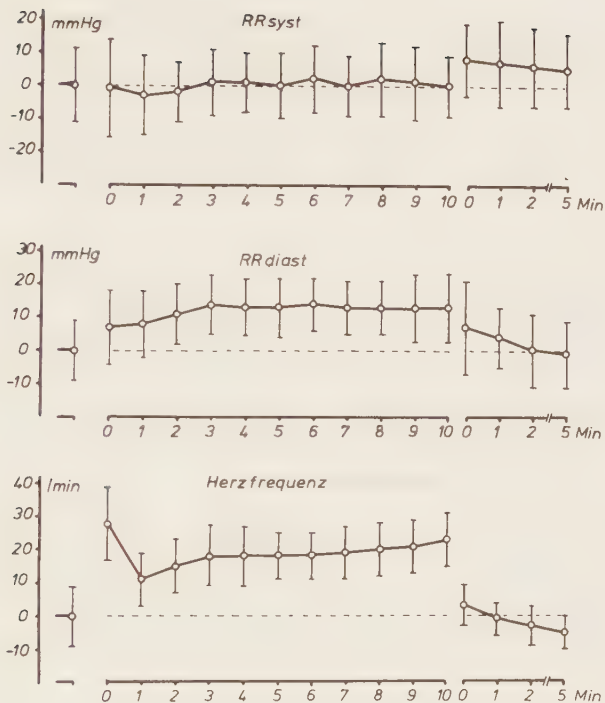


Abb. 3. Das Blutdruck- und Pulsfrequenzverhalten bei den jüngeren Probanden mit normotoner orthostatischer Spätregulation. Der systolische Blutdruck bleibt während der 10 Minuten dauernden Stehbelastung annähernd konstant auf Höhe des Ausgangsniveaus, während der 5 Minuten dauernden postorthostatischen Erholungsphase liegt er deutlich darüber, der diastolische Blutdruck steigt mit Beginn der Stehphase bis zur 3. Minute an und bleibt auf diesem Niveau bis Ende der Stehbelastung nach 10 Minuten. Nach einem Sofortanstieg der Herzfrequenz unmittelbar zu Beginn der Stehperiode fällt sie zunächst bis zur 1. Minute ab und steigt annähernd kontinuierlich auf Werte um 20/min über dem Ausgangsniveau.

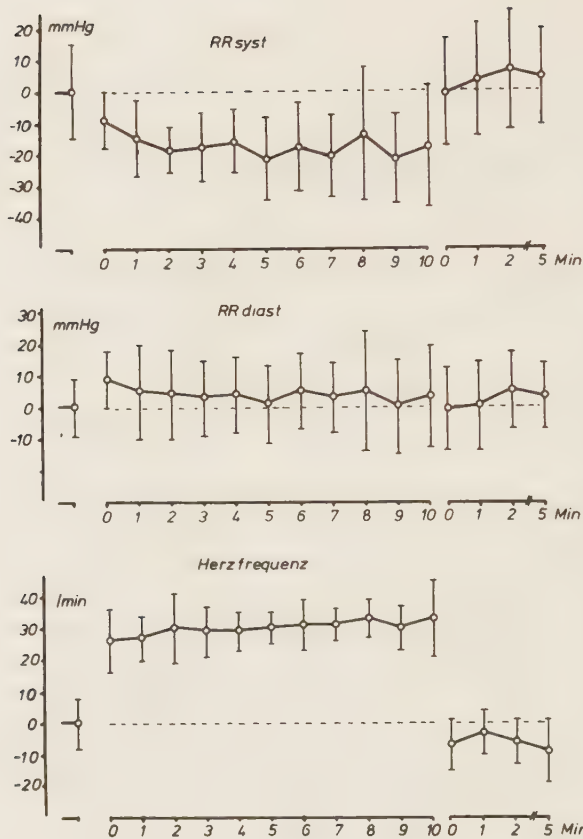


Abb. 4. Das Blutdruck- und Herzfrequenzverhalten bei den jüngeren Probanden mit pathologischer Spätregulation.

Der systolische Blutdruck fällt im Mittel auf Werte unter 20 mm Hg unter dem Ausgangsniveau ab, der diastolische Blutdruck liegt nur gering über dem Ruhewert, die Herzfrequenz jedoch liegt deutlich über der Ausgangsfrequenz mit etwa 30/min.

(- 17,4 %) nach 5 Minuten und bleibt weiterhin deutlich erniedrigt. Sofort nach dem Lagewechsel vom Stehen zum Liegen steigt der systolische Blutdruck auf 1,1 mm Hg (- 0,8 %) unter dem Ausgangswert und weiter um maximal 6 mm Hg ($\pm$ 4,6 %) nach 2 Minuten darüber an (Abb. 4).

Der systolische Blutdruck der älteren Probanden mit Normalregulation (Gruppe II_{normal}) ist mit $147,1 \pm 22,3$ mm Hg um 19,6 mm Hg (15,4 %) statistisch höher als der der jüngeren Probanden und verhält sich in der Stehphase ähnlich der Gruppe Ia_{normal}: Maximalabfall im Stehen nach 2 Minuten um 3,2 mm Hg (- 2,2 %) und im folgenden Abweichung vom Ausgangswert um 3 mm Hg darunter und 1 mm Hg darüber, im Liegen nach der Stehperiode wird nach einer Minute ein Maximalanstieg um 8,1 mm Hg ($\pm$ 5,5 %) über dem Nullniveau; nach 5 Minuten wird ein Wert von 1 mm Hg über dem Ruhewert beobachtet (Abb. 5).

Der systolische Ausgangsblutdruck des älteren Kollektivs mit pathologischer Spätregulation (Gruppe II_{pathol.}) unterscheidet sich mit $167,1 \pm 21,0$ mm Hg von dem des Normalkollektivs um 20 mm Hg (+ 13,5 %) und von dem der Gruppe Ia_{pathol.}) um + 37,5 mm Hg. Diese Unterschiede sind statistisch signifikant. Er erreicht nach einem Sofortabfall um 29,3 mm Hg (- 17,4 %) sein erstes Minimum, nach 5 Minuten bei einem Abfall um 36,4 mm Hg (- 21,8 %) und bleibt nach einer

leichten Erhöhung um + 4 mm Hg weiterhin erniedrigt. Ein zweites Minimum wird nach 9 Minuten mit 37,1 mm Hg (- 22,2 %) unter dem Ausgangsniveau erreicht. Die Erholungsphase nach dem Zurückkippen ist wie bei Gruppe Ia_{pathol.} verlangsamt, erst nach 2 Minuten Liegen erreicht der systolische Blutdruck einen Wert von 3,6 mm Hg (+ 2,2 %) über dem Ruhewert (Abb. 6).

4.1.2 Der diastolische Blutdruck

Der diastolische Blutdruck der Gruppe Ia_{normal} steigt bei einem Ausgangswert von $78,9 \pm 9$ mm Hg im Stehen um maximal 14 mm Hg (+ 17,7 %) nach 3 Minuten an und bleibt im weiteren Verlauf auf diesem erhöhten Niveau. Nach dem Zurückkippen wird der Ruhewert allmählich nach ca. 2 Minuten erreicht und sinkt um 1,3 mm Hg (- 1,6 %) nach 5 Minuten ab (Abb. 3).

Der Ruhewert des diastolischen Blutdrucks in Gruppe Ia_{pathol.} unterscheidet sich mit $77,5 \pm 9,1$ mm Hg statistisch nicht von dem der Gruppe Ia_{normal}, er steigt im Stehen sofort um 8,9 mm Hg (+ 11,5 %) an, liegt aber ab der 2. Minute nur noch um 3 mm Hg höher als der

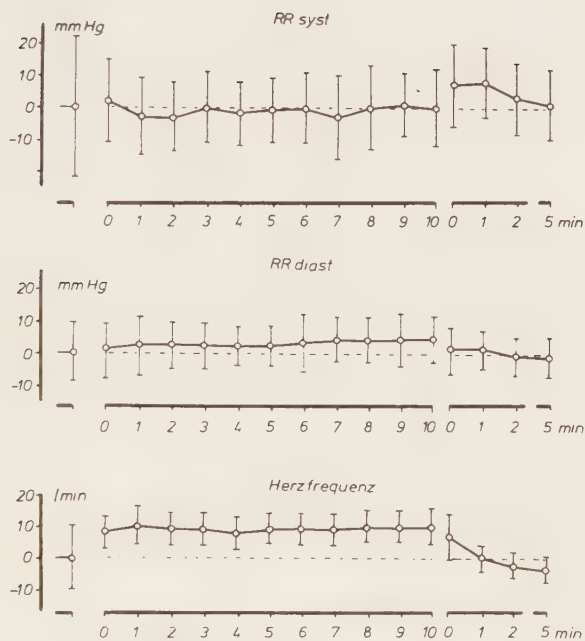


Abb. 5. Das Blutdruck- und Herzfrequenzverhalten bei den älteren Probanden mit normaler Spätregulation.

Der systolische Blutdruck bleibt während der 10 Minuten dauernden Stehbelastung annähernd unverändert, der diastolische Blutdruck steigt nur gering an, die Herzfrequenz liegt etwa 10/min über den Ausgangswerten.

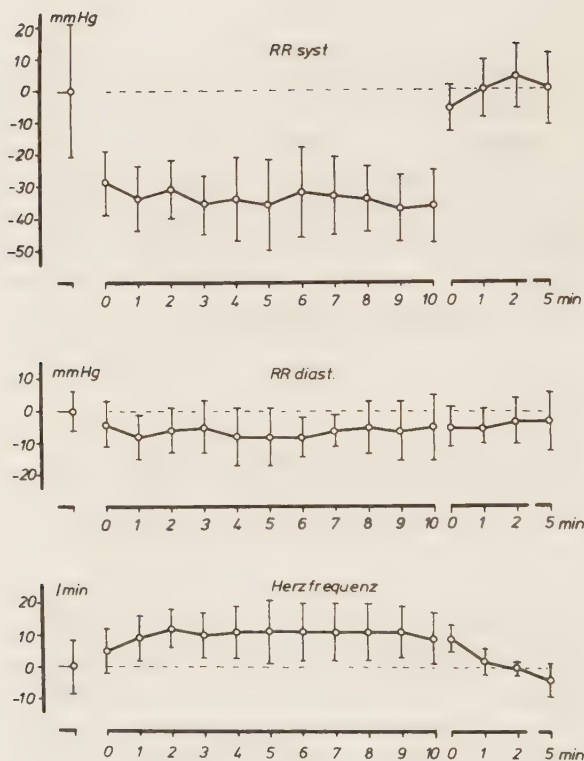


Abb. 6. Das Blutdruck- und Herzfrequenzverhalten bei den älteren Probanden mit pathologischer Spätregulation.

Deutlicher Abfall des systolischen Blutdrucks mit Werten von 30 - 40 mm Hg unter dem Ausgangsniveau, ebenfalls deutlicher Abfall des diastolischen Blutdrucks mit Werten bis zu 10 mm unter dem Ausgangsniveau und vergleichsweise zum Kollektiv mit normaler Spätregulation annähernd entsprechender Herzfrequenzanstieg während der orthostatischen Belastung.

Ausgangswert. Im Liegen nach der Stehphase zeigt er einen geringen Abfall auf 1,1 mm Hg (- 1,4 %) unter dem Ausgangswert und steigt danach wieder an (Abb. 4).

Der Ruhewert des diastolischen Blutdrucks bei der Gruppe II_{normal} liegt bei 77,5 ± 9,5 mm Hg.

Im Stehen steigt er langsam auf 3,6 mm Hg (+ 4,6 %) über dem Ausgangswert, und erreicht in der Erholungsphase zunächst wieder den Nullwert und unterschreitet ihn nach 5 Minuten um 1,7 mm Hg (- 2,2 %) (Abb. 5).

Der diastolische Blutdruck der Gruppe II_{pathol.} sinkt von 83,2 ± 6,2 mm Hg auf maximal 7,5 mm Hg (- 9 %) nach 1 Minute und verbleibt im allgemeinen auf diesem Niveau und erreicht auch in der Erholungsphase nicht wieder den Ruhewert (Abb. 6).

4.1.3 Die Blutdruckamplitude

Die Blutdruckamplitude der jüngeren Probanden unterscheidet sich statistisch nicht in ihren Ausgangswerten.

In der Gruppe Ia_{normal} liegt sie zunächst bei 48,7 ± 8,9 mm Hg in Ruhe und engt sich im

Stehen auf Werte von 36 - 37 mm Hg ein, wobei sie nach 5 und 6 Minuten während der Stehbela-
stung ein Minimum von 35,3 (= 72 % des Ruhe-
wertes) erreicht. In der Erholungsphase be-
trägt die Amplitude 51,1 mm Hg, bei 2 Minuten
Liegen maximal 55,3 mm Hg.

In der Gruppe Ia _{pathol.} liegt die Blutdruck-
amplitude mit 52,1 mm Hg um 3,4 mm Hg höher als
bei der Gruppe Ia _{normal} (jedoch kein statistisch
signifikanter Unterschied), engt sich anschlie-
ßend auf 29 - 32 mm Hg ein und erreicht mit
28,6 mm Hg (= 54,9 % des Ausgangswertes) bei
5 Minuten Stehen ein Minimum. In der Erholungs-
phase zeigt sie mit 52 - 55 mm Hg nur eine
geringe Erhöhung gegenüber dem Ruhewert.

Mit 69,4 mm Hg ist der Ausgangswert der
Blutdruckamplitude bei den älteren Probanden
statistisch höher als bei den jugendlichen.
Sie vermindert sich bei der Gruppe II _{normal}
im Stehen im allgemeinen nur um 3 mm Hg
auf 66 mm Hg und erreicht ein Minimum von
62,8 mm Hg (= 90,5 % des Ruhewertes) bei
7 Minuten und überschreitet ihn in der Erho-
lungsphase um maximal 6,1 mm Hg (= + 8,8 %
des Ausgangswertes).

Die Blutdruckamplitude der älteren Probanden
mit pathologischer Kreislaufregulation
Gruppe II _{pathol.} unterscheidet sich statistisch
nicht von Gruppe II _{normal} im Ausgangswert,
sie liegt bei $83,9 \pm 16,3$ mm Hg. Nach dem Lage-

wechsel vom Liegen zum Stehen engt sie sich auf Werte zwischen 53 und 59 mm Hg ein, erreicht bei 9 Minuten Stehen mit 52,9 mm Hg (= 63 % des Ausgangswertes) den niedrigsten Wert. Nach dem 2. Lagewechsel wird mit 90 mm Hg nach 2 Minuten eine um 7,3 % größere Blutdruckamplitude im Vergleich zum Ausgangswert beobachtet.

4.1.4 Die Herzfrequenz

Die Herzfrequenz der jüngeren Probanden (Gruppe Ia _{normoton}) beträgt in Ruhe $66 \pm 9,4/\text{min}$. Nach einem Sofortanstieg im Stehen um 27,6/min fällt sie zunächst wieder ab und steigt kontinuierlich von + 12,3/min nach 1 Minute auf 22,6/min (+ 34,2 %) nach 10 Minuten Stehen an. Im Liegen sinkt die Frequenz auf 3,4/min über und weiter auf 4,8/min unter dem Ausgangswert nach 5 Minuten (Abb. 3).

Die Ausgangsfrequenz bei der Gruppe Ia _{pathol.} liegt mit $67,8 \pm 7,7/\text{min}$ im Mittel um 1,8/min höher als bei der Gruppe Ia _{normal}. Dieser Unterschied ist statistisch nicht signifikant. Sofort im Stehen erfolgt ein rascher Anstieg um 26/min, der dann im weiteren Verlauf auf einem erhöhten Plateau zwischen 28,6/min und 32,6/min

(+ 48,1 %) nach 10 Minuten Stehbelastung über dem Ruhewert liegt. Nach dem 2. Lagewechsel verringert sich die Frequenz bis auf 7/min unter dem Ausgangswert (Abb. 4).

Die Ruheherzfrequenz des älteren Kollektivs der Gruppe II normal unterscheidet sich mit $65,8 \pm 10/\text{min}$ statistisch nicht vom Ausgangswert der jugendlichen Probanden. Der Frequenzanstieg im Stehen ist aber deutlich geringer und bewegt sich um Werte von 9/min (+ 13,6 %). Die Frequenz erreicht in der Erholungsphase nach 1 Minute wieder den Ausgangswert und unterschreitet ihn nach 5 Minuten um 2,7/min (Abb. 5).

Bei der Gruppe II pathol. der älteren Probanden ist die Ruheherzfrequenz zwar mit $63 \pm 7,9/\text{min}$ um 2,8/min niedriger als beim Normalkollektiv, jedoch ist auch dieser Unterschied statistisch nicht signifikant. Im Stehen ist die Frequenzänderung mit 9 - 11/min wesentlich geringer als bei den jüngeren Probanden der Gruppe Ia pathol.. Das Maximum beträgt hier 12/min (+ 19 %) über dem Ausgangswert nach 2 Minuten. Nach dem Zurückkippen in die horizontale Körperlage ändert sich die Herzfrequenz zunächst nicht, nimmt aber dann bis auf 4,1/min (- 6,5 %) unter dem Nullwert ab (Abb. 6).

4.1.5 Der arterielle Mitteldruck

Entsprechend dem Verhalten des systolischen und diastolischen Blutdrucks ändert sich der arterielle Mitteldruck. Er steigt von 99,9 $\pm$ 8,8 mm Hg bei der Gruppe Ia normal 8,2 mm Hg (+ 8,2 %) nach 6 Minuten an und bleibt bis zur 10. Minute zwischen Werten von 7 und 8 mm Hg über dem Ausgangswert. Nach dem Zurückkippen sinkt er langsam, bis er nach 5 Minuten noch 1,6 mm Hg (+ 1,6 %) über dem Ausgangswert liegt.

Der Mitteldruck der Gruppe Ia pathol. hat annähernd den gleichen Ausgangswert von 99,9 $\pm$ 11,2 mm Hg wie bei Gruppe Ia normal. Nach dem ersten Lagewechsel in die senkrechte Körperstellung erreicht er nach 5 Minuten mit 8,3 mm Hg (- 8,3 %) sein erstes Minimum und nach 9 Minuten mit 9,2 mm Hg (- 9,2 %) unter dem Ausgangswert sein zweites Minimum. In der Erholungsphase steigt er auf maximal 5,7 mm Hg (+ 5,7 %) über dem Ruhewert nach 2 Minuten Liegen an.

Bei den älteren Probanden mit normaler Orthostasereaktion (Gruppe II normal) ist der Mitteldruck mit 107,4 $\pm$ 13,9 mm Hg um 7,5 % statistisch höher als bei Altersgruppe I. Die Werte im Stehen schwanken zwischen dem Ausgangsniveau und 2,9 mm Hg darüber. Sofort nach dem Lagewechsel Stehen - Liegen beträgt sein Wert 3,9 mm Hg, nach 1 Minute Liegen 4,3 mm Hg über

dem Ausgangswert, der nach 5 Minuten wieder erreicht wird.

Der Mitteldruck der älteren Probanden mit pathologischer Orthostaseregulation (Gruppe II pathol.) liegt mit $119,3 \pm 12,2$ mm Hg ebenfalls statistisch höher als bei den Gruppen Ia pathol. und II normal, im Stehen fällt er deutlich auf Werte von 19,9 mm Hg (- 16,7 %) unter dem Ausgangsniveau nach 5 Minuten und 19,4 mm Hg (- 16,3 %) unter dem Ausgangswert nach 9 Minuten ab. Nach dem 2. Lagewechsel wird der Ruhewert ähnlich wie bei Gruppe Ia pathol. erst nach 2 Minuten wieder erreicht.

4.1.6 Das Herzschlagvolumen

Das impedanzkardiographisch ermittelte Herzschlagvolumen liegt bei Gruppe Ia normal bei $115,5 \pm 24,2$ ml in Ruhe und sinkt beim Stehen anfänglich um 43 ml ab, bleibt von der 3. - 8. Minute zwischen 50 und 53 ml erniedrigt und erreicht nach 10 Minuten ein Minimum von 55 ml (- 47,6 %) unter dem Ausgangswert. Sofort im Liegen nach dem 2. Lagewechsel steigt das Schlagvolumen über das Ausgangsniveau bis zu einem Maximum von 9,5 ml (+ 8,2 %)

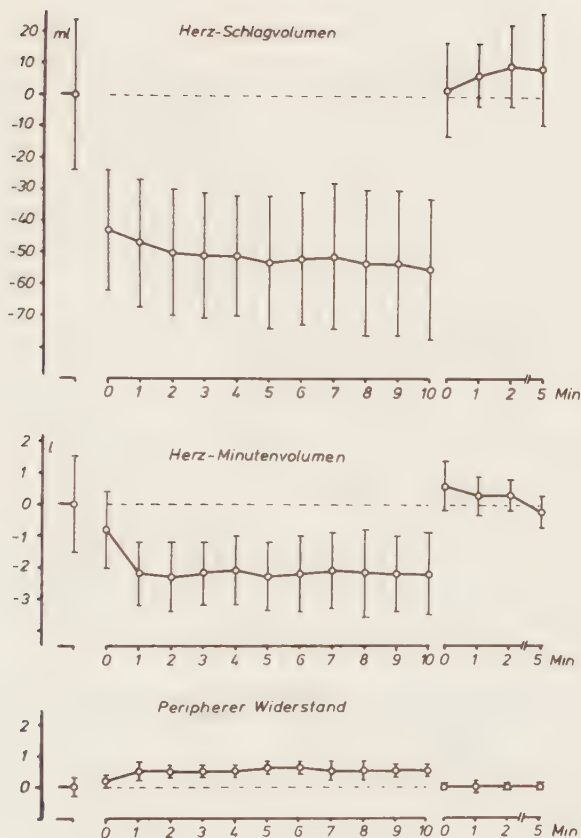


Abb. 7. Das Verhalten des Herzschlagvolumens, des Minutenvolumens und des peripheren Widerstandes bei den jüngeren Probanden mit normaler Spätregulation.

Der Ausgangswert des Herzschlagvolumens liegt bei $115,5 \pm 24,2$ ml, deutlicher Abfall um ca. 50 ml (47 %), in der postorthostatischen Erholungsphase Wiederanstieg mit Werten über dem Ausgangsniveau. Ebenfalls fällt das Herzminutenvolumen deutlich ab um maximal 28 %, der periphere Widerstand steigt während der 10 Minuten dauernden Stehphase geringgradig an.

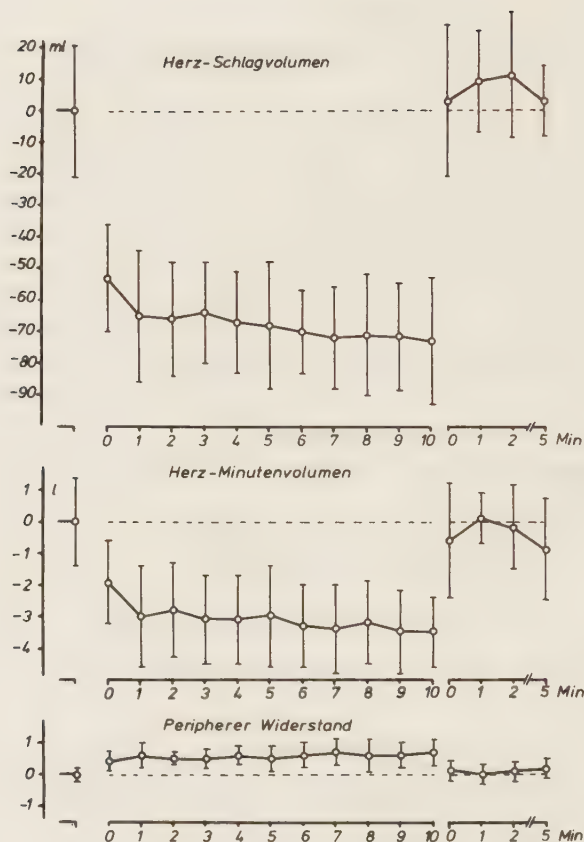


Abb. 8. Das Herzschlagvolumen, das Herzminutenvolumen und der periphere Widerstand bei den jüngeren Probanden mit pathologischer Spätregulation.

Der Ausgangswert des Herzschlagvolumens liegt bei $119 \pm 8,1$ ml, während der Stehphase deutlich ausgeprägter Abfall um maximal 61 %, ebenfalls ausgeprägtere Abnahme des Herzminutenvolumens um maximal 44 %, der periphere Widerstand steigt gering an, er verhält sich ähnlich dem des Kollektivs mit normaler Spätregulation.

nach 2 Minuten (Abb. 7).

Das Ruheschlagvolumen der Gruppe Ia_{pathol.} ist mit $119 \pm 8,1$ ml zwar um 3,5 ml größer als das der Gruppe Ia_{normal}, jedoch ist dieser Unterschied statistisch nicht signifikant. Im Stehen fällt es sofort um 52,7 ml und von der 1. bis zur 10. Minute weiter auf 64,6 und 72,7 ml (- 61 %) unter dem Ausgangswert. Nach dem Zurückkippen liegt es sofort wieder in der Größenordnung des Ausgangsniveaus und ist nach 2 Minuten um 11,11 ml (+ 9 %) höher als der Ruhewert (Abb. 8).

Bei den älteren Probanden mit normaler Kreislaufregulation, Gruppe II_{normal}, ist das Ausgangsschlagvolumen mit $68,6 \pm 3,2$ ml um 46,9 ml statistisch kleiner als das der jüngeren Probanden. Es sinkt im Stehen auf Werte von 16,1 ml und weiter auf 19,5 ml (- 28,4 %) unter dem Ausgangsniveau bei 10 Minuten Stehen. Der Ruhewert im Liegen gleich nach dem Zurückkippen wird um maximal 8,3 ml (+ 12,1 %) übertroffen, fällt jedoch nach 5 Minuten wieder auf 0,5 ml unter dem Nullwert ab (Abb. 9).

Das Schlagvolumen der Gruppe II_{pathol.} liegt mit $89,9 \pm 9,4$ ml um 21,3 ml (+ 31 %) höher als bei der Gruppe II_{normal}. Im Stehen schwankt die Abnahme zwischen 38 und 42 ml mit einem Minimum von 42,2 ml (- 46,9 %) unter dem Ausgangsniveau bei 5 Minuten. In der Erholungsphase wird das Ruheschlagvolumen nach etwa 2 Minuten knapp erreicht (Abb. 10).

4.1.7 Das Herzminutenvolumen

Das Herzminutenvolumen, das aus der Herzfrequenz und dem Herzschlagvolumen abgeleitet wird, zeigt einen entsprechenden Verlauf. Es sinkt bei der Gruppe Ia _{normal} von einem Ausgangswert von $7,7 \pm 1,5$ l im Stehen zunächst um 0,8 l und liegt von der 1. bis zur 10. Minute im Bereich von 2,2 l (- 28 %) unter und nach dem Zurückkippen um 0,6 l (+ 8 %) über dem Ausgangsniveau, nimmt jedoch nach 5 Minuten Liegen wieder um 0,2 l (- 2,7 %) unter dem Nullwert ab (Abb. 7).

Bei Gruppe Ia _{pathol.} verringert sich das Herzminutenvolumen von $8 \pm 1,4$ l/min in Ruhe (statistisch kein Unterschied zum Ausgangsvolumen der Gruppe Ia _{normal}) um anfangs 1,9 l/min und weiter um 3,5 l/min (- 43,8 %) unter dem Ausgangswert nach 10 Minuten Stehen. In der Erholungsphase wird der Ruhewert nach etwa einer Minute erreicht, er fällt aber nach 5 Minuten Liegen wieder leicht auf 0,9 l/min (- 11 %) unter dem Ausgangswert ab (Abb. 8).

Mit $4,5 \pm 1,4$ l/min liegt das Herzminutenvolumen der älteren Probanden deutlich niedriger (statistisch signifikanter Unterschied) unter dem Ruheherzminutenvolumen der jüngeren Probanden. Die Abnahme im Stehen vergrößert sich kontinuierlich von 0,5 l/min auf maximal 0,8 l/min (- 18 %) unter dem Nullwert nach 10 Minuten. Sofort im Liegen nach der Stehphase übertrifft

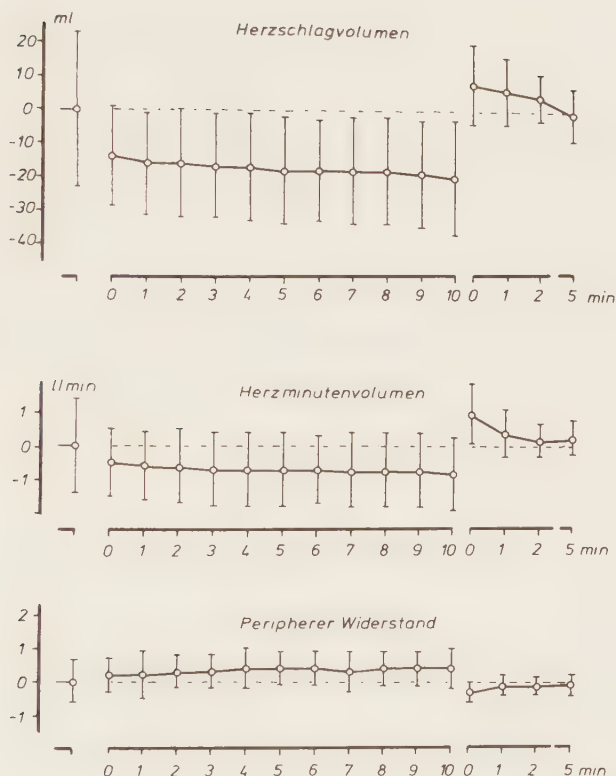


Abb. 9. Herzschlagvolumen, Herzminutenvolumen und peripherer Widerstand bei den älteren Probanden mit normaler Spätregulation.

Der Ausgangswert des Herzschlagvolumens liegt mit $68,6 \pm 3,2$ ml um 46,9 ml wesentlich niedriger als bei den jüngeren Probanden. Während der Stehbelastung sinkt das Herzschlagvolumen um etwa 28 %, das Herzminutenvolumen fällt um maximal 18 %; der Ausgangswert des peripheren Widerstandes ist mit 2066 ± 109 dyn sec/cm⁵ annähernd doppelt so groß wie bei den jüngeren Probanden, er steigt während der Stehbelastung um maximal 19,5 % an.

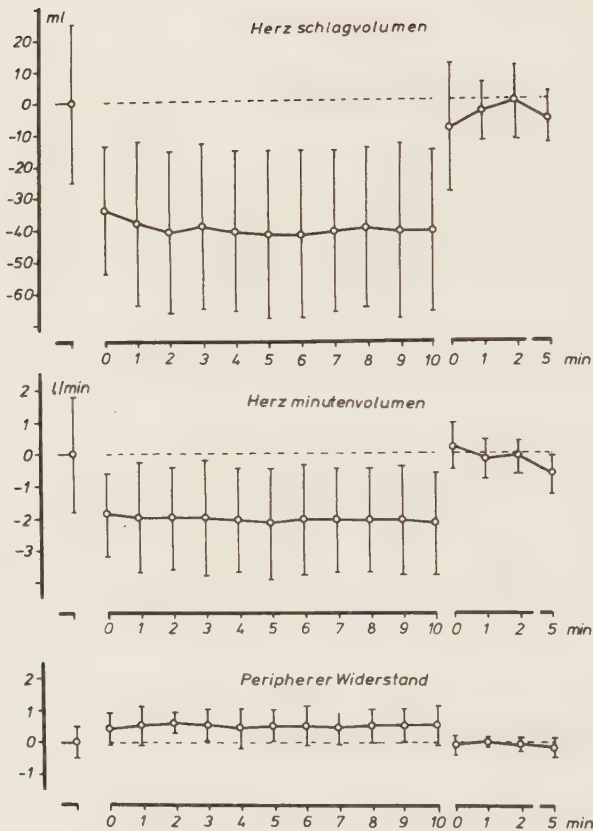


Abb. 10. Das Herzschlagvolumen, Minutenvolumen und der periphere Widerstand bei den älteren Probanden mit pathologischer Spätregulation.

Das Herzschlagvolumen liegt mit $89,9 \pm 9,4$ ml in Ruhe höher als bei den älteren Probanden mit normaler Spätregulation. Im Stehen fällt es um maximal 50 % ab. Das Herzminutenvolumen nimmt um maximal 35 % ab, der periphere Widerstand ist in Ruhe mit 1697 ± 510 dyn sec/cm⁵ niedriger als beim Normalkollektiv dieser Altersgruppe (statistisch jedoch kein signifikanter Unterschied), während der Stehbelastung erfolgt ein Maximalanstieg um 34 %.

das Herzminutenvolumen den Ausgangswert um 1 l/min (+ 22,2 %) und nach 5 Minuten um 0,3 l/min (+ 6,7 %) (Abb. 9).

Die Ausgangswerte bei den älteren Probanden der Gruppen II normal und II pathol. sind nicht signifikant verschieden. Das Herzminutenvolumen der Gruppe II pathol. sinkt von $5,7 \pm 1,8$ l/min in Ruhe im Stehen um 35 % ab, erreicht im Liegen nach dem Stehen wieder den Nullwert und fällt nach 5 Minuten auf Werte um 0,7 l/min (- 12,3 %) unter dem Ausgangswert ab (Abb. 10).

4.1.8 Der periphere Widerstand

Die Ausgangswerte des peripheren Widerstandes der Gruppe Ia normal und Gruppe Ia pathol. sind nicht signifikant verschieden, ein signifikanter Unterschied besteht jedoch zum Ausgangswert des peripheren Widerstandes der älteren Probanden der Gruppe II normal und II pathol.. Bei Gruppe Ia normal steigt der Widerstand von 1110 ± 287 dyn sec/cm⁵ in Ruhe zunächst um 175 dyn sec/cm⁵ an und schwankt von der 1. bis zur 10. Minute zwischen Werten von 510 und 596 dyn sec/cm⁵ bei einem Maximum bei 5 Minuten von 53,7 %. In der Erholungsphase entsprechen die Werte mit nur geringen Abweichungen dem

Ausgangsniveau (Abb. 7).

Bei den pathologisch regulierenden jüngeren Probanden (Gruppe Ia pathol.) beträgt der Ruhewert $1020 \pm 197 \text{ dyn sec/cm}^5$; nach einem Sofortanstieg um 353 dyn sec/cm^5 nach dem ersten Kippen schwankt er um Werte zwischen 469 und 657 dyn sec/cm^5 , wobei ein Maximum von $+ 64 \%$ bei 7 Minuten erreicht wird. Nach dem 2. Lagewechsel hat der periphere Widerstand bei der 1. Minute Liegen wieder die Größe des Ausgangswertes, vergrößert sich aber wieder auf 166 dyn sec/cm^5 ($+ 16,3 \%$) nach 5 Minuten (Abb. 8).

Der periphere Widerstand der älteren Probanden ist mit $2066 \pm 109 \text{ dyn sec/cm}^5$ annähernd doppelt so groß wie bei den jüngeren. Im Stehen erfolgt ein kontinuierlicher Anstieg auf 402 dyn sec/cm^5 ($+ 19,5 \%$) nach 6 Minuten und bleibt bis zum Ende der Stehphase auf diesem Niveau. Sofort im Liegen sinkt der periphere Widerstand um 294 dyn sec/cm^5 ($- 14,3 \%$) unter dem Ausgangsniveau und kehrt nach 5 Minuten wieder zum Ruhewert zurück (Abb. 9).

Bei der Gruppe II pathol. ist der periphere Widerstand mit $1697 \pm 510 \text{ dyn sec/cm}^5$ um 369 dyn sec/cm^5 ($17,9 \%$) niedriger als beim normal regulierenden Kollektiv der Altersgruppe II normal. Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant. Er hält sich nach dem 1. Kippvorgang auf dem Niveau zwischen 420 und 580 dyn sec/cm^5 bei einem Maximalanstieg von

+ 34,2 % nach 2 Minuten Stehen. Nach dem 2. Lagewechsel liegt der periphere Widerstand um 129 dyn sec/cm^5 unter dem Nullniveau, steigt aber wieder bis auf 200 dyn sec/cm^5 (+ 11,8 %) nach 5 Minuten darüber an (Abb. 10).

4.1.9. Die Austreibungszeit

Die Austreibungszeit der jüngeren Probanden der Gruppe Ia_{normal} beträgt in Ruhe $295 \pm 26 \text{ msec}$. Sie verkürzt sich im Stehen kontinuierlich von 238 msec auf 213 msec (72 % des Ausgangswertes) nach 10 Minuten. Nach dem 2. Kippvorgang steigt sie von 272 msec sofort im Liegen an, erreicht nach 2 Minuten den Ausgangswert und nach 5 Minuten den Wert von 299 msec.

Die Austreibungszeit der Gruppe Ia_{pathol.} unterscheidet sich mit ihrem Ruhewert von $281 \pm 14 \text{ msec}$ statistisch nicht von der Gruppe Ia_{normal}. Im Stehen fallen die Werte der Gruppe Ia_{pathol.} zwar annähernd ebenso kontinuierlich, jedoch weitaus stärker ab, und zwar von 231 msec auf 196 msec nach 10 Minuten Stehen, wobei nach 9 Minuten mit 193 msec

(66,7 % des Ausgangswertes) ein Minimum erreicht wird. Nach dem Zurückkippen steigen die Werte von 273 msec auf 291 msec über dem Ausgangswert an.

Bei den älteren Probanden der Gruppe II normal erfolgt ebenso eine Abnahme der Austreibungszeit im Stehen von 324 $\pm$ 29 msec in Ruhe nahezu kontinuierlich von 286 msec sofort im Stehen auf 263 msec (81 % des Ausgangswertes) bei 10 Minuten Stehen. Nach dem Lagewechsel Stehen - Liegen wird ein Anstieg von 318 auf 328 msec beobachtet.

Mit 337 $\pm$ 49 msec wird bei Gruppe II pathol. die längste Austreibungszeit aller untersuchten Gruppen festgestellt, sie ist jedoch statistisch nicht signifikant höher als in Gruppe II normal. Im Stehen sinken die Werte von 271 auf 256 msec nach 10 Minuten bei einem Minimum von 254 msec nach 9 Minuten. In der Erholungsphase wird die Austreibungszeit wieder länger, sie steigt von 320 msec auf ein Maximum von 340 msec bei 2 Minuten Liegen an.

4.1.10 Die prozentuale Dikrotiehöhe

(Abb. 11 und 12)

Die prozentuale Dikrotiehöhe der Temporalispulskurve beträgt bei den jugendlichen Probanden mit normaler Orthostaseregulation (Gruppe Ia_{normal}) 50 %. Im Stehen fällt sie sofort um 24,5 %, steigt jedoch nach 2 Minuten wieder auf Werte um 4,7 % unter dem Ausgangsniveau an und sinkt schließlich nach 10 Minuten auf Werte von 13,5 % darunter. Sofort im Liegen nach dem 2. Lagewechsel steigt die prozentuale Dikrotiehöhe auf 7,8 % und bleibt auch noch bei 5 Minuten Liegen mit 5,7 % über dem Ausgangsniveau erhöht, wobei ein Maximum von 8,4 % nach 2 Minuten Liegen beobachtet wird.

Der Ausgangswert der prozentualen Dikrotiehöhe der Gruppe Ia_{pathol.} liegt bei 54,4 %. Nach dem 1. Lagewechsel erfolgt ein deutlich rascherer Abfall als bei Gruppe Ia_{normal} von 32,5 %. Von der 4. bis zur 9. Minute schwanken die Werte zwischen 20 und 24,7 % und nehmen bis zur 10. Minute auf - 26,4 % ab. In der Erholungsphase erreicht die prozentuale Dikrotiehöhe Werte bis 6,9 % über dem Ausgangsniveau und sinkt nach 5 Minuten wieder auf + 3,5 % ab. Wegen der zu großen Streuung ergibt in dieser Gruppe die Prüfung auf Signifi-

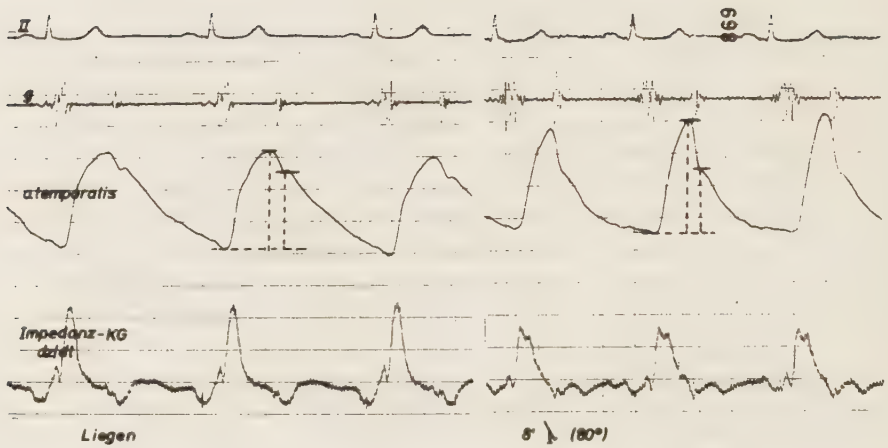


Abb. 11. Originalaufzeichnung eines Impedanzkardiogramms mit dem Elektrokardiogramm (II. Abl.), dem Phonokardiogramm (gehörähnlicher Frequenzbereich) und der Temporalispuls-kurve in Ruhe und bei 8 Minuten passiver Stehbelastung, bei der die Dikrotiehöhe abgenommen hat.

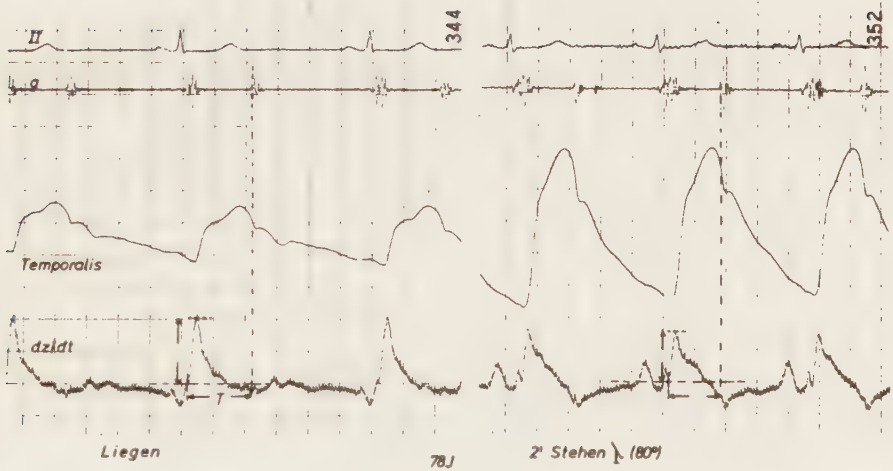


Abb. 12. Originalaufzeichnung des Impedanzkardiogramms mit dem Ekg, dem Phonokardiogramm und der Temporalispulskurve in Ruhe und nach 2 Minuten Stehbelastung bei einem älteren Probanden (78 Jahre).

Die Dikrotiehöhe zeigt keine wesentliche Veränderung.

kanz kein eindeutiges Bild über das Absinken der Dikrotiehöhe.

Signifikante Unterschiede lassen sich auch bei den beiden Gruppen der älteren Probanden nicht nachweisen. Die Ausgangswerte jedoch liegen statistisch signifikant höher als beim jugendlichen Kollektiv. So beträgt die prozentuale Dikrotiehöhe bei der Gruppe II normal $64,9 \pm 10,6 \%$, im Stehen erfolgt ein Sofortabfall um $5,9 \%$ und im weiteren Verlauf schwanken die Werte zwischen $0,2 \%$ und $3,4 \%$ über dem Ausgangswert.

Der höchste Wert der prozentualen Dikrotiehöhe wird bei der Gruppe II pathol. mit $74 \pm 9 \%$ beobachtet. Sie fällt im Stehen bis auf $6,4 \%$ unter dem Ruhewert, erholt sich wieder bis auf $+ 1,4 \%$ und sinkt erneut auf Werte um $2,8 \%$ unter dem Ausgangsniveau.

4.1.11 Der Dikrotiequotient

(Abb. 11 und 12)

Wie in 3.2.4 beschrieben liegt der Ausgangswert des Dikrotiequotienten bei allen untersuchten Gruppen bei 100 %. Bei Gruppe Ia normal steigt er von 54 % sofort im Stehen auf 93 % nach 3 Minuten an, schwankt bis zur 8. Minute zwischen 91,4 und 95,1 % und fällt bis 10 Minuten Stehen wieder auf 80,8 % ab. In der Erholungsphase schwankt er bis 2 Minuten Liegen zwischen 117 und 118,5 % und erreicht bei 5 Minuten den Wert von 111,8 %.

Bei Gruppe Ia pathol. sinkt der Dikrotiequotient sofort auf 35 %, vergrößert sich bei 3 Minuten auf 76,7 % und verringert sich diskontinuierlich bis auf 53,5 %.

Bei der Altersgruppe II normal bleibt der Dikrotiequotient annähernd gleich während des gesamten Untersuchungsanges im Stehen und im Liegen. Er schwankt um Werte zwischen 101 und 108 %. Auffallend sind lediglich die Werte sofort nach dem Stehen und sofort im Liegen mit 91 %.

Beim pathologisch regulierenden Kollektiv der Altersgruppe II pathol. steigt der Dikro-

tiequotient nach einem geringen kontinuierlichen Abfall auf 93,5 % nach 4 Minuten Stehen zunächst wieder über den Ausgangswert an und sinkt erneut auf 91 %. Sofort im Liegen übersteigt er den Ruhewert um 6 % und fällt wieder ab auf ein Minimum von 94 % nach 2 Minuten Liegen.

4.1.12 Die Thoraxgrundimpedanz (Abb. 13)

Die Thoraxgrundimpedanz betrug bei allen jüngeren Probanden im Mittel 24,28 Ohm bzw. 24,6 Ohm nach 5 bzw. 6 Minuten Ruhe. Nach dem 1. Lazewechsel folgte ein Sofortanstieg um etwa 1 Ohm auf 25,56 Ohm und anschließend bis zur 10. Minute ein kontinuierlicher Anstieg auf 108,4 % des Ausgangswertes.

Bei der Altersgruppe II lag die Thoraxgrundimpedanz in Ruhe deutlich höher. Sie stieg von 28,59 bzw. 28,61 Ohm nach 5 bzw. 6 Minuten sofort im Stehen um 2,16 Ohm an und vergrößerte sich ebenso kontinuierlich wie bei den jüngeren Probanden auf 31,65 Ohm.



Abb. 13. Die Thoraxgrundimpedanz bei den jüngeren und älteren Probanden vor, während und nach der 10 Minuten dauernden Stehphase.

In Ruhe liegen bereits die Thoraximpedanzwerte bei den älteren Probanden deutlich höher als bei den jüngeren, auch erfolgt während der Stehbelastung ein deutlich stärkerer Anstieg.

4.1.13 Das Elektrokardiogramm

Da das Elektrokardiogramm nur in einer Ableitung aufgezeichnet wurde, wurden nur die Tendenzen der gemessenen Parameter untersucht. Bei allen Probanden der Altersgruppe I zeigte sich der sympathikotone Einfluß im Stehen durch Vergrößerung der Amplitude der P-Welle, durch Verkürzung der PQ-Zeit und durch Verkleinerung der Amplitude der T-Welle. Auch bei den Probanden der Altersgruppe II ließen sich diese Tendenzen erkennen, jedoch verkleinerte sich bei 4 Probanden die Amplitude der P-Welle und bei einem Probanden erhöhte sich die Amplitude der T-Welle.

4.1.14 Das Phonokardiogramm

Beim Vergleich der Amplituden des I. und II. Herztones im Liegen und im Stehen stellten sich Unterschiede bei beiden Alterskollektiven heraus. Während bei den jüngeren Probanden eine Abnahme des I. und II. Herztones vorherrschte, vergrößerte sich bei den älteren Probanden vor allem

die Amplitude des I. Herztones, und die des II. Herztones verkleinerte sich meist. Die folgende Tabelle erläutert diese Ereignisse näher, dabei bedeutet

- Verkleinerung der Amplitude im Stehen gegenüber der im Liegen
- = Gleichbleiben der Amplitude
- + Vergrößerung der Amplitude

Altersgruppe I (n = 26)

	I. Herzton			II. Herzton		
	-	=	+	-	=	+
Ia normal	13	1	5	11	7	1
Ia pathol.	7	0	0	5	1	1
	20	1	5	16	8	2

Altersgruppe II (n = 39)

	I. Herzton			II. Herzton		
	-	=	+	-	=	+
II normal	3	8	21	17	8	7
II pathol.	0	3	3	4	0	2
	3	11	24	21	8	9

4.2 Die Sofort- und Frühregulation

(Abb. 14 - 20)

Zur Beurteilung der Sofortregulation wurde bei den jüngeren Probanden der Altersgruppe Ia und allen älteren Probanden das Herzschlagvolumen, die Pulsperiodendauer und die Austreibungszeit während der ersten 16 Herzaktionen vom Beginn des Kippvorgangs, der durchschnittlich 2 Sekunden dauerte, und der sofortigen Stehperiode errechnet (siehe auch 3.1 der Methodik). Die Frühregulation wurde anhand des Herzschlagvolumens, der Pulsperiodendauer und der Austreibungszeit beim Kontrollkollektiv der Gruppe Ib während der ersten 30 Sekunden im Stehen beurteilt, wobei diese Werte als Durchschnittswerte in 5-Sekunden-Abständen ermittelt wurden.

Nach dem Verhalten des Herzschlagvolumens ließen sich die jüngeren Probanden der Altersgruppe Ia mit normotoner Spätregulation in 3 Gruppen mit typischem Schlagvolumenverlauf einteilen: 4 Probanden zeigten einen konstant bleibenden Verlauf des Herzschlagvolumens (Typ I), 5 Probanden zeigten ein deutliches Absinken des Herzschlagvolumens bis zur 4. Herzaktion mit anschließendem Wiederanstieg (Typ II) und 10 Probanden ein deutliches Absinken des Herzschlagvolumens während der ersten Herzaktionen mit einem anschließenden

weiteren Absinken (Typ III). Das Kollektiv der 7 jüngeren Probanden mit pathologischer Spätregulation zeigte ein deutlich ausgeprägteres Typ III - Verhalten des Herzschlagvolumens.

In der Altersgruppe II mit normaler Spätregulation konnte vergleichbar dem jüngeren Kollektiv bei 17 Probanden ein Schlagvolumenabfall bis zur 3. - 4. Herzaktion mit anschließendem Wiederanstieg (Typ II - Verhalten) und bei 15 ein Schlagvolumenabfall ohne Wiederanstieg (Typ III - Verhalten) beobachtet werden. Ähnlich dem jüngeren Kollektiv ließ sich ebenfalls beim älteren Kollektiv der 7 Probanden mit pathologischer Spätregulation ein verstärktes Typ III - Verhalten feststellen.

4.2.1 Das Herzschlagvolumen während der Sofortregulation

Bei den jugendlichen Probanden hatte der Typ I, bei dem sich das Herzschlagvolumen während der ersten Herzaktionen nur unwesentlich änderte, einen Ruhewert von $94,1 \pm 28,5$ ml. Die Abnahme während der ersten beiden Herzschläge war mit 9,9 und 3,3 ml (- 10,5 % und - 3,5 %) sehr gering, schwankte im weiteren Verlauf

zwischen 11 und 16 ml (- 11,7 % und - 17 %) und überstieg diese Werte nur vom 7. - 9. Herzschlag, wobei der Maximalabfall 23,9 ml (- 25,4 %) betrug (Abb. 14).

Beim Typ II, bei dem der Ausgangswert mit $122,3 \pm 17,3$ ml um 28,2 ml größer als beim Typ I war, sank das Herzschlagvolumen bereits bei der 1. Herzaktion um 59,6 ml (- 48,7 %), beim 2. Herzschlag um 64,1 ml (- 52,4 %) und maximal beim 4. Herzschlag um 65,2 ml (- 53,3 %). Von da an erfolgte ein kontinuierlicher Wiederanstieg bis auf einen Differenzwert von 45,8 ml (- 37,4 %) unter dem Nullniveau. Bis zum 16. Herzschlag blieb das Schlagvolumen mit geringen Abweichungen auf dieser Höhe. Die Tendenz des Herzschlagvolumenverhaltens mit sofortigem Abfall beim 1. Herzschlag, also bereits mit Beginn des Kippens und mit dem Wiederanstieg ab dem 5. Herzschlag ist bei allen Probanden dieser Gruppe deutlich erkennbar (Abb. 14).

Der Ausgangswert beim Typ III war mit $120,7 \pm 22,5$ ml um 26,6 ml größer als beim Typ I, beim 1. Herzschlag verringerte sich das Schlagvolumen sofort um 37,1 ml (- 30,7 %) und anschließend annähernd kontinuierlich bis auf maximal 56,4 ml (- 46,7 %) beim 15. Herzschlag (Abb. 14).

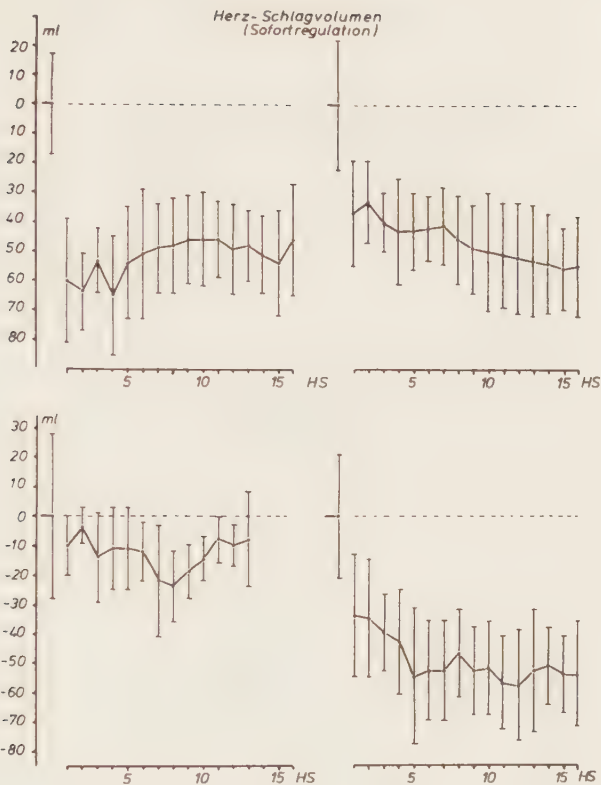


Abb. 14. Das Herzschlagvolumen während der Sofortregulation während der ersten 16 Herzschläge vom Beginn der Kippphase von horizontaler zu vertikaler Körperlage bei den jüngeren Probanden.

Unten links: Typ I - Verhalten der jüngeren Probanden mit nur unwesentlichen Veränderungen des Herzschlagvolumens.

Oben links: Typ II - Verhalten des Herzschlagvolumens mit zunächst raschem Abfall um etwa 60 ml bis zur 4. Herzaktion mit anschließendem Wiederanstieg.

Oben rechts: Typ III - Verhalten mit zunächst raschem Abfall des Herzschlagvolumens um etwa 40 ml und weiterem annähernd kontinuierlichen Absinken bis zur 16. Herzaktion.

Unten rechts: Herzschlagvolumenverhalten bei den jüngeren Probanden mit pathologischer Spätregulation. Es fällt auf, daß das Herzschlagvolumen zunächst ebenfalls bis zur 4. - 5. Herzaktion stark und anschließend langsamer und annähernd kontinuierlich bis zur 16. Herzaktion abfällt. Dieser Verlauf entspricht einem deutlicher ausgeprägten Typ III - Verhalten.

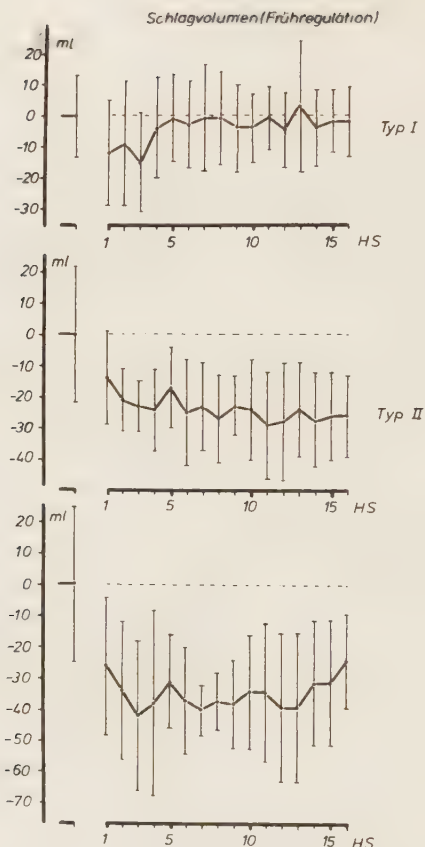


Abb. 15. Das Herzschlagvolumen während der Sofortregulation während der ersten 16 Herzschläge vom Beginn der Kippphase bei den älteren Probanden. Ähnlich dem Schlagvolumenverhalten bei den jüngeren Probanden lassen sich auch hier typische Verläufe erkennen. Oben: Herzschlagvolumenabfall während der ersten 3 Herzaktionen mit anschließendem Wiederanstieg auf Werte des Ausgangsniveaus, entspricht vom Verlauf dem Typ II - Verhalten der jüngeren Probanden. Mitte: Zunächst ebenfalls rascher Schlagvolumenabfall zur 4. Herzaktion und anschließend weiteres annähernd kontinuierliches Absinken bis zur 16. Herzaktion, entspricht im wesentlichen dem Typ III - Verhalten der jüngeren Probanden. Unten: Bei den älteren Probanden mit pathologischer Spätregulation erfolgt ein deutlich ausgeprägter Abfall des Herzschlagvolumens während der ersten Herzaktionen, entspricht im wesentlichen einem deutlicher ausgeprägten Typ III - Verhalten.

Der Ausgangswert des Herzschlagvolumens bei den jüngeren Probanden mit pathologischer Spätregulation (Gruppe Ia_{pathol.}) unterschied sich mit $119 \pm 21,4$ ml nur wenig von den Probanden mit Typ II - und Typ III - Verhalten, war jedoch um 24,9 ml größer als bei den Probanden mit Typ I - Verhalten. Der Sofortabfall mit dem 1. Herzschlag betrug 33,6 ml (- 28,2 %), weiter fiel das Herzschlagvolumen bis auf maximal 57,6 ml (- 48,4 %), so daß diese Gruppe im wesentlichen ein Typ III - Verhalten mit jedoch deutlicherer Ausprägung zeigte (Abb. 14).

Beim Vergleich der Ausgangswerte erkennt man, daß bei allen Probanden, bei denen das Schlagvolumen deutlich abfiel, der Ruhewert um ca. 28 % größer war als bei den Probanden mit Typ I - Verhalten.

Wegen der relativ breiten Streuung der Einzelwerte des Herzschlagvolumens wurden zur Nivellierung der Ergebnisse zusätzlich (siehe auch Methodik 3.3) die Mittelwerte von jeweils 2 Herzschlägen gebildet. Somit lassen sich wegen der geringer werdenden Streuung die bereits beschriebenen Tendenzen der drei Typen im Schlagvolumenverhalten noch deutlicher darstellen (Abb. 16).

Bei der Altersgruppe II konnten während der Sofortregulation nur 2 Gruppen unterschieden werden, die dem Verlauf des Typs II und Typs III bei den jugendlichen Probanden im wesentlichen entsprachen. Bei keinem der Probanden der Altersgruppe II ließ sich das Verhalten des Herzschlagvolumens dem Typ I der jugendlichen Probanden zuordnen.

Das Schlagvolumen der älteren Probanden mit Typ II - Verhalten (mit Wiederanstieg) lag in Ruhe bei $74,8 \pm 21,5$ ml. Die 1. Herzaktion brachte einen Sofortabfall von 11,7 ml (- 15,6 %) und bereits die 3. ein Herzschlagvolumen von 14,7 ml (- 19,7 %) unter dem Ausgangswert. Mit dem 4. Herzschlag erfolgte der Wiederanstieg auf 3,8 ml unter dem Nullniveau, der im weiteren Verlauf im wesentlichen annähernd bestehen blieb (Abb. 15).

Das Ausgangsschlagvolumen der älteren Probanden mit Typ III - Verhalten war mit $63,1 \pm 13,4$ ml um 11,7 ml kleiner als bei der Gruppe mit Typ II - Verhalten. Es fiel beim 1. Herzschlag um 14 ml (- 22,2 %), dann folgte eine annähernd kontinuierliche Abnahme auf Werte von maximal 30,4 ml (- 48,2 %) unter dem Ausgangswert bis zur 16. Herzaktion (Abb. 15).

Die älteren Probanden mit pathologischer Spätregulation (Gruppe II_{pathol.}) besaßen mit $89,9 \pm 25$ ml den höchsten Ruhewert des Herzschlagvolumens, bei ihnen betrug der Sofortabfall 25,9 ml (- 28,8 %). Die Abnahme des Schlagvolumens erfolgte zwar nicht so kontinuierlich wie bei Altersgruppe I, der Maximalwert von 41,6 ml (- 46,3 %) wurde beim 3. Herzschlag erreicht, jedoch ist das Absinken bis auf Werte um 39 ml von der Tendenz her dennoch ersichtlich, so daß dieses Verhalten der Schlagvolumenabnahme ebenso wie bei den jüngeren Probanden vergleichbar einem deutlicher ausgeprägten Typ III - Verhalten ist (Abb. 15).

Anhand des Verhaltens des Herzschlagvolumens während des Kippvorganges von der horizontalen in die vertikale Körperstellung, der bei beiden Altersgruppen im Durchschnitt nicht mehr als 4 Herzaktionen dauerte, wird ersichtlich, daß wesentliche hämodynamische Veränderungen bereits mit dem 1. Herzschlag zu Beginn der Kippphase auftreten.

4.2.2 Die Pulsperiodendauer während der Sofortregulation (Abb. 16 und 17)

Bei den jugendlichen Probanden mit Typ I - Verhalten fiel die Pulsperiodendauer von 0,87 sec beim 1. Herzschlag auf 0,79 sec (= 90,8 % des Ausgangswertes) und dann kontinuierlich auf 0,67 sec (= 77 % des Ausgangswertes) beim 14. Herzschlag.

Mit 0,90 sec war der Ausgangswert der Pulsperiodendauer bei den Probanden mit Typ II - Verhalten geringgradig größer, sie nahm beim 1. Herzschlag auf 0,65 sec (= 72 % des Ausgangswertes) ab und verringerte sich kontinuierlich auf 0,56 sec (= 62 % des Ausgangswertes) beim 12. Herzschlag.

Die Probanden mit Typ III - Verhalten zeigten die längste Pulsperiodendauer mit 0,93 sec, bei ihnen erfolgte ein Sofortabfall mit Beginn der Kippphase auf 0,83 sec (= 89,2 % des Ausgangswertes). Anschließend verkleinerte sie sich kontinuierlich auf 0,67 sec (= 72 % des Ausgangswertes) beim 12. Herzschlag und betrug beim 16. Herzschlag wieder 0,70 sec.

Bei den jüngeren Probanden mit pathologischer Spätregulation lag die Pulsperiodendauer in Ruhe bei 0,89 sec, verkürzte sich beim 1. Herzschlag auf 0,82 sec (= 92 % des Ausgangswertes) und weiter gleichförmig auf 0,66 sec (= 74 % des Ausgangswertes) beim 6. Herzschlag

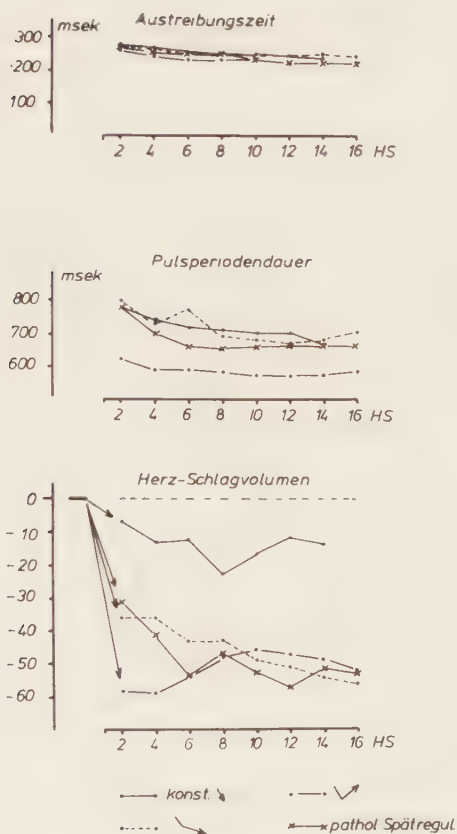


Abb. 16. Die Austreibungszeit, die Pulsperiodendauer in Beziehung zum Herzschlagvolumen bei den jüngeren Probanden während der Sofortregulation.

Während der ersten 16 Herzaktionen fällt die Austreibungszeit annähernd kontinuierlich ab, die Pulsperiodendauer ebenfalls, jedoch sind hier die Werte breiter gestreut.

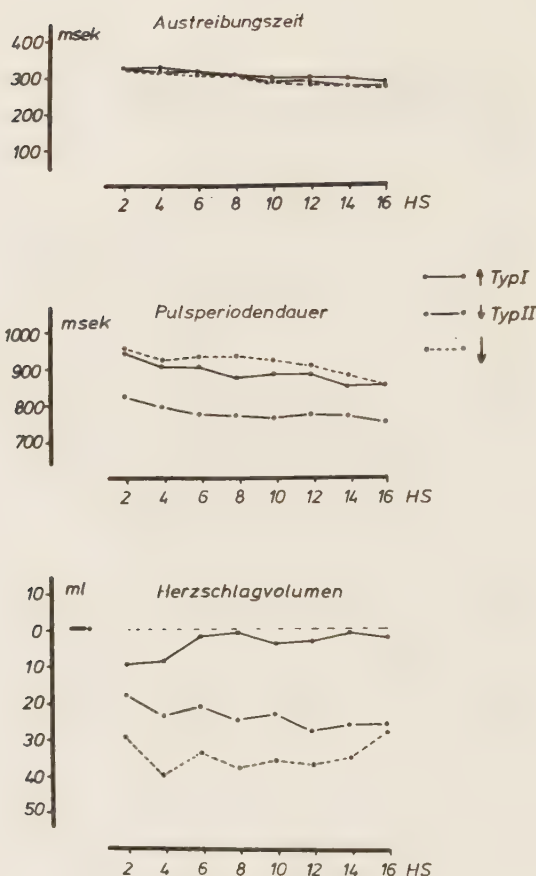


Abb. 17. Die Austreibungszeit, die Pulsperiodendauer und das Herzschlagvolumen während der Sofortregulation bei den älteren Probanden.

Die Werte der Austreibungszeit sind in allen 3 Gruppen annähernd gleich, sie fällt bis zur 16. Herzaktion annähernd kontinuierlich ab, ebenfalls die Pulsperiodendauer, deren Werte breiter streuen. Die gepunktete Linie entspricht dem Verlauf bei den Probanden mit pathologischer Spätregulation.

und blieb bis zur 16. Herzaktion in dieser Größenordnung (Abb. 16).

Bei den älteren Probanden, die das Typ II - Verhalten zeigten, nahm die Pulsperiodendauer von 0,96 sec auf 0,94 sec (= 98 % des Ausgangswertes) beim 1. Herzschlag ab und sank anschließend kontinuierlich bis auf 0,83 sec (= 86,5 % des Ausgangswertes) beim 16. Herzschlag.

Bei der Gruppe mit Typ III - Verhalten verringerte sich die Pulsperiodendauer von 0,86 sec in Ruhe auf 0,84 sec (= 97,7 %) beim 1. Herzschlag und gleichförmig weiter bis auf 0,76 sec (= 88,4 % des Ausgangswertes) beim 9. - 15. Herzschlag.

In der Gruppe der älteren Probanden mit pathologischer Spätregulation verkürzte sich die Pulsperiodendauer ebenfalls nach einer anfänglichen Verlängerung beim 1. Herzschlag auf 0,97 sec gleichförmig bis auf 0,85 sec (= 89,5 % des Ausgangswertes) beim 15. Herzschlag (Abb. 17).

4.2.3 Die Austreibungszeit während der Sofortregulation

Die Ruhewerte der Austreibungszeit bei der Altersgruppe I lagen bei den jungen Probanden zwischen 0,28 und 0,30 sec, mit Beginn des Kippens verringerte sich die Austreibungszeit kontinuierlich und zwar bei Typ I bis auf 71,4 %, bei Typ II auf 75,9 %, bei Typ III auf 78,3 % und bei den Probanden mit pathologischer Spätregulation auf 78,6 % des Ausgangswertes (Abb. 16).

Bei der Altersgruppe II betrugen die Ausgangswerte der Probanden mit Typ II - und Typ III - Verhalten 0,32 sec, bei den pathologisch Regulierenden 0,34 sec. Bei Typ II erreichte die Austreibungszeit vom 1. - 4. Herzschlag geringgradig über dem Nullniveau liegende Werte und verkürzte sich im weiteren Verlauf auf 84,4 % des Ausgangswertes (0,27 sec). Bei den anderen Gruppen sank sie im allgemeinen kontinuierlich und zwar bei Typ III auf 81,3 % (0,26 sec) und bei den Probanden mit pathologischer Spätregulation auf 0,255 sec (= 75 % des Ausgangswertes) (Abb. 17).

4.2.4 Herzschlagvolumen, Pulsperiodendauer und Austreibungszeit während der Frühregulation

Das Herzschlagvolumen während der Frühregulation wurde bei der Kontrollgruppe der jüngeren Probanden (Gruppe Ib) während der ersten 30 Sekunden im Stehen näher untersucht. Anhand des Blutdruck- und Herzfrequenzverhaltens während der insgesamt 5-minütigen Stehphase konnte in dieser Gruppe eine normotone Kreislaufregulation festgestellt werden. Dabei unterschieden sich die Blutdruck- und Herzfrequenzwerte statistisch nicht von denen der Gruppe Ia (Abb. 18, 19). Ebenso unterschied sich auch das Ausgangsschlagvolumen mit $129,6 \pm 29,3$ ml trotz eines um 14,1 ml höheren Wertes statistisch nicht von dieser Gruppe.

Das Herzschlagvolumen fiel während der ersten 5 Sekunden Stehen um 41 ml (- 31,6 %), lag nach 15 Sekunden Stehen bei 54 ml (- 41,7 %) und nach 30 Sekunden Stehen bei 41,8 ml unter dem Ausgangswert (Abb. 20).

Die Pulsperiodendauer sank von 1,04 $\pm$ 0,15 sec auf 0,8 sec (= 76,9 % des Ausgangswertes) bei 5 Sekunden und auf 0,775 sec (= 74,5 % des Ausgangswertes) bei 10 Sekunden Stehen und stieg kontinuierlich bis auf 0,96 sec

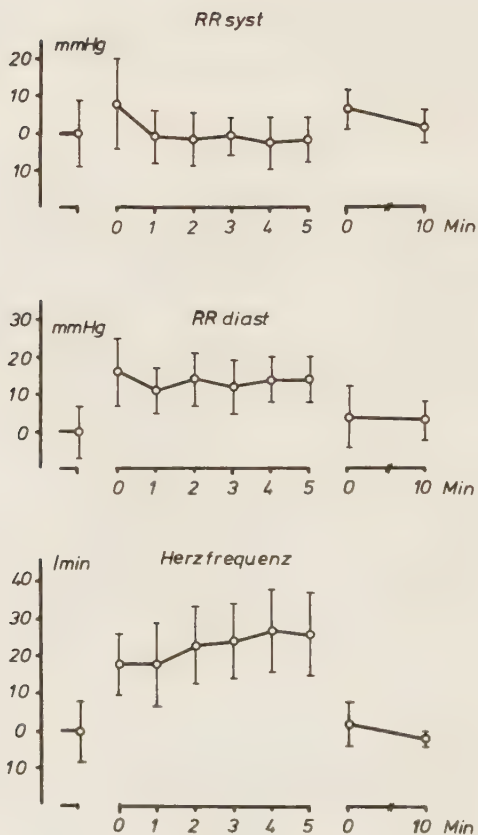


Abb. 18. Das Verhalten des Blutdrucks und der Herzfrequenz beim Kontrollkollektiv der jüngeren Probanden (Gruppe Ib).

Der Blutdruck- und Herzfrequenzverlauf während der nur 5 Minuten dauernden Stehbelastung lassen auf eine normotone Kreislaufregulation schließen.

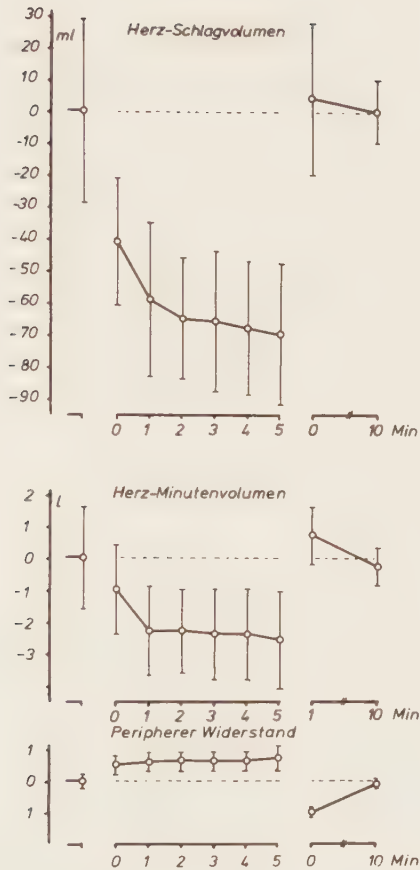


Abb. 19. Das Herzschlagvolumen, das Herzminutenvolumen und der periphere Widerstand beim Kontrollkollektiv der jüngeren Probanden (Gruppe Ib).

Der Verlauf des Herzschlagvolumens, des Herzminutenvolumens und des peripheren Widerstandes während der Spätregulation unterscheidet sich im wesentlichen nicht von dem der Gruppe Ia (siehe auch Abb. 7).

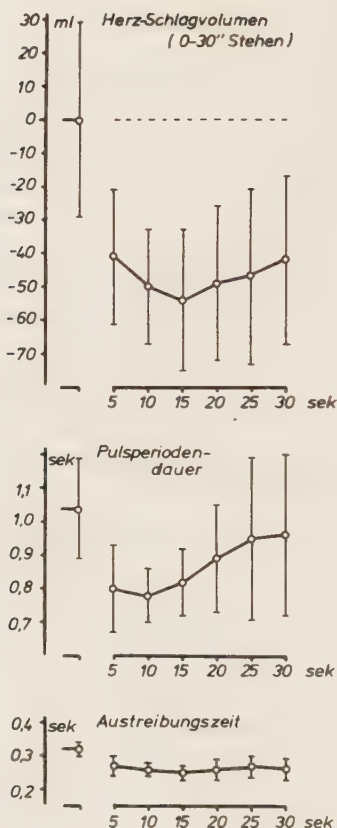


Abb. 20. Die Austreibungszeit, die Pulsperioden-dauer und das Herzschlagvolumen während der Frühregulation während der ersten 30 Sekunden Stehbelastung (mit Beginn des Stehens).

Die Werte sind Mittelwerte in 5-Sekunden-Abständen. Das Herzschlagvolumen fällt um maximal 42 % bis zur 15. Sekunde ab. Die Pulsperioden-dauer wird nach einer Verkürzung während der ersten 10 - 15 Sekunden anschließend länger, die Austreibungszeit wird in der Initialphase kürzer und bleibt während der ersten 30 Sekunden annähernd auf diesem Niveau.

(= 92 % des Ausgangswertes) bei 30 Sekunden an (Abb. 20).

Die Austreibungszeit verkleinerte sich von $0,32 \pm 0,02$ sec auf 0,27 sec (= 84,4 % des Ausgangswertes) bei 5 Sekunden Stehen und weiter auf 0,25 sec nach 10 - 20 Sekunden Stehen und vergrößerte sich nach 25 und 30 Sekunden wieder auf 0,265 sec (= 82,8 % des Ausgangswertes) (Abb. 20.).

5. Diskussion

Die Kreislaufregulation dient der ausreichenden zeitgerecht koordinierten Versorgung der Körpergewebe mit Blut. Dazu ist ein entsprechender Blutdruck erforderlich. Die adäquate Einstellung aller Faktoren, die den Blutdruck beeinflussen, und damit dessen Konstanz ist die Aufgabe von Regelkreisen (25, 54, 55, 87, 142, 143, 145, 153, 154, 155). Ein Regelkreis besteht aus einer bestimmten Anzahl von Gliedern einer geschlossenen Kette, die in ihrer gemeinsamen Funktion die Konstanz einer festgelegten Größe zum Ziel haben. So lassen sich die Kreislaufumstellungen auch bei Orthostase erklären.

In der anfänglichen Ruhepause, d.h. vor der orthostatischen Belastung, stellt sich zunächst der Kreislauf auf ein Niveau ein, das den Anforderungen des Körpers im Liegen entspricht. In unserer Untersuchung liegt der systolische Blutdruck beim Normalkollektiv der älteren Probanden mit 17,1 mm Hg um 19,6 mm Hg höher als bei den jüngeren, während der diastolische annähernd gleich ist. Entsprechende Werte sind auch aus der Literatur bekannt (38, 188, 229).

Schlag- und Minutenvolumen verhalten sich anders, sie fallen mit zunehmendem Alter. Bei den älteren Probanden unserer Altersgruppe II sind sie um etwa 40 % kleiner als bei den jüngeren der Altersgruppe I. Auch BRANDFONBRENER und Mitarbeiter (32) fanden mit der Farbstoffverdünnungskurve eine Abnahme des Herzschlagvolumens von 85,6 ml bei 23-jährigen um 35,9 % auf 63,0 ml bei 73-jährigen und des Herzminutenvolumens von 6,49 l um 38 % auf 4,05 l.

K. W. SCHNEIDER (188) stellte eine prozedierende Abnahme des Herzschlag- und Minutenvolumens in Abhängigkeit vom Alter fest bei konstant bleibendem Blutvolumen. Er ermittelte eine Abnahme des Schlagvolumens im Alter um 46,6 % und des Herzminutenvolumens um 40,3 %. In Übereinstimmung mit K. W. SCHNEIDER (188) unterscheiden sich die Herzfrequenzen der jüngeren und der älteren Probanden in Ruhe nur unwesentlich.

"Das Gleichgewicht aller Faktoren" in der anfänglichen Ruhephase wird durch den Kippvorgang vom Liegen zum Stehen gestört. Der Kreislauf muß versuchen, sich auf ein neues Gleichgewicht einzustellen. Dazu besitzt der Körper folgende Kompensationsmechanismen:

I. Erhöhter Sympathikotonus

Im Regelkreis des arteriellen Blutdrucks dienen die Barorezeptoren als Meßwerk und das Vasomotorenzentrum als Regler (97, 155). Die Barorezeptoren sitzen beiderseits im Karotissinus, an der Teilungsstelle der a. carotis communis in die a. carotis externa und interna, am Aortenbogen sowie im Lungenkreislauf und in den Vorhöfen. Sie gehören zu den Mechanorezeptoren und drücken Änderungen der Länge oder der Spannung durch Änderungen der Aktionspotentiale aus, wobei der adäquate Reiz, die Dehnung der Arterienwände, durch den arteriellen Blutdruck hervorgerufen wird (50). Die afferenten Impulse werden über den n. glossopharyngeus und den n. depressor dem Vasomotorenzentrum zugeleitet. So kommt es durch den Blutdruckabfall zu einer Erhöhung des Sympathikotonus, wobei den Barorezeptoren im "Hochdrucksystem" mehr Bedeutung zukommt als im Niederdrucksystem (50). Die Erhöhung des Sympathikotonus wirkt

am Herzen positiv inotrop mit Steigerung der Kontraktionsstärke, positiv chronotrop mit Steigerung der Frequenz und mit einer Vaskonstriktion der peripheren Gefäße und der arteriellen Gefäße des Intestinums (Erhöhung des peripheren Widerstandes). Der periphere Widerstand wird zu 93 % durch Arterien und Kapillaren und zu 7 % durch das venöse System bestimmt, wobei das venöse System 75 % des Blutvolumens beinhaltet (229). Die Arteriolenkonstriktion bedarf einer Latenzzeit von einigen Sekunden, bis die Freisetzung von Noradrenalin an den sympathischen Endfasern erfolgt (69, 199). Durch die Vasokonstriktion nimmt der venöse Rückstrom und damit nach dem FRANK-STRAUB-STARLING-Mechanismus die Pumpleistung des Herzens zu. Ferner kommt es zur Extravasation von Plasma durch erhöhte Filtration (69, 199, 213). Die Auffassungen über die Beteiligung der kapazitiven Gefäße sind noch konträr. GAUER (74, 75), SALZMANN (177) und WEBB-PETLOE und Mitarbeiter (233) vertreten die Ansicht, daß die Venokonstriktion bei Orthostase keine wesentliche Rolle spielt, während HICKAM (93), PAGE (160) und RIECKERT (169) darauf verweisen, daß eine mangelnde orthostatische Konstriktion der Venen eine entscheidende Ursache für den orthostatischen Kollaps sei und WITZLEB (230) eine Erhöhung des Venentonus bei Orthostase feststellte. Sicher

ist, daß die Venokonstriktion den venösen Rückfluß und somit die aktive Blutmenge wieder erhöht, was pharmakologisch eine große Rolle spielt (2, 30, 60, 58, 78, 103, 104, 131, 147).

II. Muskelpumpe

Der Ruhetonus normal innervierter Muskeln stellt nach DELIUS (49) eine "statisch wirkende Grund- und Dauerfunktion für die venöse Hämodynamik dar". Zusätzlich wird durch den Pressorezeptorreflex über Vasomotorenzentrum und andere Strukturen der formatio reticularis der Tonus der quergestreiften Muskulatur gesteigert (229).

Die Muskelpumpe bewirkt

- a) Verminderung des Blutvolumens in den Venen
- b) Steigerung des venösen Rückstromes
- c) Senkung des kapillaren Filtrationsdruckes.

So läßt sich auch erklären, weshalb die passive Orthostase am Kipptisch als Extrem der Belastungsproben durch Stehen aufzufassen ist, da beim Hocktest (17, 20, 23, 24) und bei aktivem Stehen die Muskelpumpe zusätzlich willkürlich betätigt wird, wobei sich die Strömungsgeschwindigkeit von passiver gegenüber aktiver Orthostase um etwa 50 % erhöht (171).

III. Myogene Reaktion

Durch autonome Reaktion reagiert die glatte Muskulatur arterieller und venöser Gefäße direkt auf eine Druckänderung im Gefäßlumen; sie antwortet also auf eine Druckerhöhung sofort mit einer Kontraktion. Zusätzlich wird durch diesen Mechanismus der Körper vor größeren Flüssigkeitsverlusten durch transkapillare Filtration bewahrt, da sich nun ein Teil der präkapillaren Sphinktergefäße schließt (50).

IV. Ventilebenenmechanismus des Herzens

In Orthostase wird bei der Systole die Ventilebene des Herzens nach unten gestoßen und ein Zug auf die Vorhöfe ausgeübt, so daß das Blut aus den Vv. cavae unmittelbar vor Beginn der Diastole in die Vorhöfe einströmt (50).

V. Humorale Mechanismen

Nach GAUER (73) besitzen alle bekannten Hormone des Wasser- und Mineralhaushalts auf Reize der Mechanorezeptoren eine größere Ansprechbarkeit als auf Änderung des osmotischen Drucks oder der Ionenkonzentration im Plasma.

So kommt es auch durch Orthostase zu einer erhöhten Ausschüttung von ADH (149). ADH hemmt einerseits die Diurese und wirkt dadurch der Verminderung des Plasmavolumens entgegen, andererseits erregt ADH die glatte Muskulatur der Gefäße und führt dadurch zu einer Verengung der Kapillaren und Arteriolen (2, 167).

Die Aktivierung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Mechanismus spielt ebenfalls eine Rolle. Während sich das Plasmavolumen in den ersten 5 Minuten der Orthostase um 5 % vermindert, kommt es in der gleichen Zeit über eine Veränderung der Nierendurchblutung zur Aktivierung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Mechanismus (50, 69, 159). Die Reninaktivität im Plasma ist erhöht, die Aldosteronkonzentration steigt. Dieses System spielt wahrscheinlich eine große Rolle bei der Erhaltung des Blutvolumens im Stehen, da im weiteren Verlauf der Orthostase die kapillare Filtrationsrate wieder abnimmt (213).

Die Sympathikuswirkung auf das Nebennierenmark spielt ebenfalls eine Rolle bei der orthostatischen Belastung. Da die Zellen des Nebennierenmarks postganglionären sympathischen Neuronen analog sind und bei jeder Sympathikusstimulation über präganglionäre Neuronen mit-erregt werden, nimmt die Sekretion von Adrenalin und Noradrenalin zu, deren Erhöhung im Stehen

von EULER nachgewiesen wurde (59).

Während der ersten Sekunden vom Beginn des Kippens an wurde bei fast allen Probanden ein deutlicher Abfall des Herzschlagvolumens gefunden, nur bei Typ I der Altersgruppe Ia blieb das Schlagvolumen weitgehend konstant. Das Absinken des Schlagvolumens kann folgendermaßen erklärt werden:

Durch den Kippvorgang vom Liezen zum Stehen erfolgt durch Einwirkung der Schwerkraft ein Absacken des Blutes in die untere Körperhälfte (4, 5, 6, 7, 8, 10, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 36, 53, 65, 66, 80, 84, 100, 120, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 148, 154, 170, 171, 173, 178, 189, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 224, 225). Je nach Meßmethode und Art der orthostatischen Belastung findet man in der Literatur verschiedene Angaben über die Größe der versackten Blutmenge. So fanden SJÖSTRAND (200, 201, 202, 203, 204) ein versacktes Blutvolumen von 643 ml, WOLLHEIM (204) bereits 1928 von 600 ml bei aktivem Stehen, BARBEY (20) 352 ml und de MAREES (139) 491 ml, de MAREES und PIXBERG (138) 376 ml beim Hocktest sowie CAESAR und HENSEL (40) 234 ml, H. RIECKERT (168) 470 ml und HUEP und GERSMEYER bis zu 500 ml (100) bei passiver Orthostase am Kipptisch. ASMUSSEN stellte eine Zunahme des Beinvolumens

um 350 ml nach 10 Minuten und um 410 - 420 ml nach 20 Minuten Orthostasebelastung fest (4).

Das versackende Blutvolumen wird anderen Kreislaufabschnitten entzogen. Unter der Voraussetzung, daß der Thorax 20 % und das Abdomen 25 % des Gesamtblutvolumens (72, 202, 203, 221) enthalten, stammen nach de MAREES 56 % der versackenden Blutmenge aus dem Thorax und 44 % aus dem Abdomen (138), nach SJÖSTRAND 78 % aus dem Thorax, davon $\frac{1}{4}$ vom Herzen und $\frac{3}{4}$ vom kleinen Kreislauf, und nur 2,5 % aus dem Abdomen (201).

Im allgemeinen wird in der Literatur die Ansicht vertreten, daß das Depotblut aus Haut- und Splanchnikusgebiet anfänglich zu lange braucht, um das versackte Blut zu ersetzen, und als Sofortdepots vor allem Herz und Lunge anzusehen sind (17, 23, 41, 62, 69, 90, 130, 166, 167, 202, 204, 205).

Als Sofortdepots dienen das Restblut des linken Ventrikels und das Depotblut der Lunge, schließlich auch das Restblut des rechten Ventrikels (136). Das endsystolische Blutvolumen setzt sich zusammen aus dem systolischen Reservevolumen, das bei maximaler Kontraktion noch ausgeworfen werden kann, und dem Residualblut im Verhältnis von 8 : 1 (17, 193) und beträgt 50 - 100 % des Schlagvolumens (178, 190, 193). Das Blutvolumen des kleinen Kreislaufs bildet 20 - 25 % des Gesamtblutvolumens (17,

148, 171, 202). 60 - 70 ml befinden sich in den Lungenkapillaren (17) und können nicht als Depotblut angesehen werden. Das mobilisierbare Sofortblut hat somit die Größe von etwa 1000 ml. Der linke Ventrikel wäre in der Lage, aus diesem Reservoir 5 (73) bis 6 Schlagvolumina (225) zu schöpfen, falls der venöse Rückfluß sistiert.

Der arterielle Einstrom pro Zeiteinheit in die unteren Extremitäten ist in den ersten 4 Sekunden am größten (136). Zu Beginn der orthostatischen Belastung kommt es zu einer vergrößerten arteriovenösen Blutdruckdifferenz aufgrund der Zunahme des intravasalen Druckes um den hydrostatischen Druck (136). Im Liegen beträgt der arterielle Mitteldruck ca. 100 mm Hg, der venöse 15 mm Hg und das arteriovenöse Druckgefälle 85 mm Hg (18, 19, 21). Die Größe des hydrostatischen Druckzuwachses errechnet sich aus dem Abstand der betreffenden Arterie vom hydrostatischen Indifferenzpunkt (136, 137), der in Höhe des Nabels liegt (222), und erreicht einen Wert bis 100 mm Hg, so daß der arterielle Druck bis auf 200 mm Hg ansteigt (19, 50, 136, 171, 225). Dieser Druckanstieg bleibt in den Venen zunächst aus, da er von den Venenklappen abgefangen wird. So verdoppelt sich initial das arteriovenöse Druckgefälle. Die Anstiegsgeschwindigkeit des Venendruckes ist eine Funktion des arteriellen Einstroms

und der Füllungskapazität des Venensystems (171). Über das Kapillargebiet werden nun auch die Venen aufgefüllt. Nach 1 - 2 Minuten sind alle Klappen aufgedrückt und der Druck in den Venen steigt bis auf 100 mm Hg (19, 136, 171, 225), so daß die arteriovenöse Blutdruckdifferenz wieder den Ausgangswert erreicht.

Die Folge der orthostatisch bedingten Blutansammlung in der unteren Körperhälfte ist ein verminderter venöser Rückstrom (50, 69, 70, 115, 133, 198, 199). Der Abfall des venösen Rückflusses liegt bei 50 - 60 % (50, 116, 131). Die hydrostatisch bedingte Senkung des zentralen Venendruckes wurde von KNEBEL und OCKENGA nachgewiesen (116). Der mittlere effektive Füllungsdruck im rechten Vorhof bei aufrechter Körperhaltung beträgt 3,3 mm Hg. Gegenüber dem im Liegen für den transmuralen Druck im rechten Vorhof gemessenen Wert von 6,5 mm Hg erfolgt somit bei Orthostase ein Druckabfall von 49 %. Der transmurale Druck ist die maßgebliche Größe für den enddiastolischen Füllungsdruck im rechten Ventrikel. Nach de MAREES sinkt der Druck in den Niederdruckgefäßen des Rumpfes um so mehr, je kleiner das Ausgangsrumpfbloodvolumen zur entspeicherten Blutmenge ist (137). Somit wird die Aufgabe des Niederdrucksystems, nämlich die Aufrechterhaltung eines adaequaten intrathorakalen Blutvorrates, durch die orthostatische Volumenverschiebung gefährdet (148).

Die Ansicht über das Verhalten des Schlag-

volumens während der ersten Sekunden der orthostatischen Belastung wird in der Literatur verschieden beurteilt. Einige Autoren erwarten eine notwendige Zunahme des Schlagvolumens zum zusätzlichen Auswurf des Sofortdepots (17, 19, 20, 23, 24, 50). Zudem wird angenommen, daß sich zuerst nur das Schlagvolumen und das Herzminutenvolumen des rechten Herzens vermindert (62) und erst nach Ausschöpfung des kardialen und pulmonalen Depotblutes dasjenige des linken Herzens (50, 69). Andere Autoren dagegen nehmen generell eine Abnahme des Schlagvolumens an, die aber bisher nicht für den Beginn des Stehens, sondern erst im weiteren Verlauf der Orthostase nachgewiesen wurde (4, 58, 65, 77, 133, 140, 144, 148, 161, 198, 199, 223, 238).

Mit der Impedanzkardiographie läßt sich das Herzschlagvolumen vom Beginn des Kippens an von Herzaktion zu Herzaktion bestimmen. Bei Typ I der Altersgruppe Ia blieb das Schlagvolumen relativ konstant: Hier spielt offensichtlich die Mobilisierung des Sofortdepots eine Rolle. Dagegen kam es bei allen anderen Probanden zu einem deutlichen Abfall des Herzschlagvolumens mit Beginn der Kippphase vom Liegen zum Stehen. Bei ihnen konnte also der verminderte venöse Rückfluß nicht ausreichend durch eine Mobilisierung des Sofortdepots ausgeglichen werden. Die zur Aufrechterhaltung

des Blutdrucks notwendige Steigerung des Schlagvolumens blieb also aus.

Die Abnahme des Herzschlagvolumens und auch des Herzminutenvolumens resultiert letztlich aus der Verminderung des venösen Rückflusses.

Normal funktionierende Kompensationsmechanismen leiten den Wiederanstieg des venösen Rückstroms ein und sind bei normaler Regulation für die folgende Schlagvolumenzunahme verantwortlich. Dieser regulationsbedingte Wiederanstieg des Schlagvolumens konnte sowohl bei den jüngeren als auch bei den älteren Probanden nachgewiesen werden: Typ II des Schlagvolumenverhaltens stellt eine gute Kreislaufregulation auf einen initialen Sofortabfall des Schlagvolumens dar. Bei Altersgruppe Ia wurde ein Wiederanstieg des Herzschlagvolumens ab der 4. Herzaktion und bei Altersgruppe II ab dem 3. Herzschlag nach Beginn des Kippens gefunden. Bei Typ III scheint diese Regulation nicht in ausreichendem Maße zu erfolgen, weil das Schlagvolumen während der ersten 16 Herzschläge nicht wieder ansteigt. Weiterhin konnte festgestellt werden, daß die Probanden mit pathologischer Spätregulation ein extremes Typ III - Verhalten aufweisen, d.h. auf einen anfänglichen Sofortabfall des Herzschlagvolumens reagieren diese Probanden nur mit einer ungenügenden Kreislaufregulation.

Aufgrund der ermittelten Ergebnisse lassen sich die Kreislaufumstellungen bei Orthostase in drei Phasen einteilen:

1. Initialphase
2. Frühregulationsphase
3. Spätregulationsphase

Dabei ist die Initialphase im wesentlichen durch 3 Faktoren gekennzeichnet:

1. Die Größe des versackenden Blutvolumens und die Geschwindigkeit des Absackens (136). Die Größe des versackenden Blutvolumens steht wiederum in Beziehung zum anatomischen Gefäßvolumen, zum initialen Füllungszustand, zur Änderung des Transmuraldruckes, die vor allem von der Änderung des intravasalen Druckes im Bereich der Venen abhängt (139), außerdem auch zum Gefäßdehnungswiderstand. Sie wird hauptsächlich durch den Gefäßdehnungswiderstand der kapazitiven Gefäße bestimmt, der 200 mal geringer ist als der der Arterien (73, 137, 229). Das versackte Blutvolumen ist vergrößert beispielsweise bei Varizen und schlaffen Bauchdecken (35, 181, 184).
2. Das Ausmaß der Verminderung des venösen Rückflusses.

3. Die Größe des Sofortdepots und dessen Mobilisierung.

Nach kurzer Latenzzeit kommt noch ein weiterer Faktor hinzu (Frühregulationsphase):

4. Das Ausmaß der Kompensationsmechanismen.
Dabei dient das Sofortdepot zur Überbrückung der Latenzzeit bis zum Einsetzen der Kompensationsmechanismen.

Im weiteren Verlauf (Spätregulationsphase) treten hinzu:

5. Die Verminderung des Plasmavolumens durch Filtration.

6. Die Aufrechterhaltung der einzelnen Kompensationsmechanismen.

Außerdem spielt das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System bei der Spätregulation eine größere Rolle.

Die festgestellten Veränderungen der hämodynamischen Parameter unterstreichen die dargestellten Kreislaufumstellungen auf die Einwirkung der Schwerkraft bei Orthostase auch

während der Spätregulation:

Bei den Normalkollektiven der beiden Altersgruppen bleibt der systolische Blutdruck konstant, der diastolische steigt etwas an, bei den jüngeren Probanden bis zu 17,7 %, bei den älteren bis zu 4,6 %. Daraus resultiert ein geringgradiger Anstieg des arteriellen Mitteldruckes bei Altersgruppe Ia, während er bei der Altersgruppe II nahezu unverändert bleibt. Die Blutdruckamplitude wird bei beiden Kollektiven nur wenig eingeengt. Dieses Verhalten des Blutdrucks kennzeichnet in Übereinstimmung mit Angaben aus der Literatur eine normale Orthostasereaktion (144, 181, 184, 186, 214).

Bei den orthostatischen Regulationsstörungen überwiegen in Altersgruppe I die hyperdiastolischen (57 %), bei Altersgruppe II die hypodiastolischen Formen (86 %), wie es auch in der Literatur angegeben wird (189) und durch Zunahme des mittleren diastolischen Druckes bei Altersgruppe I und Abnahme bei Altersgruppe II bei starkem Abfall des systolischen Blutdrucks zum Ausdruck kommt. Entsprechend fällt der durchschnittliche arterielle Mitteldruck bei den älteren Probanden etwa doppelt so hoch ab wie bei den jüngeren.

Von den Probanden der Altersgruppe II zeigen 18 % einen Abfall des systolischen Blutdrucks um mehr als 20 mm Hg. LANG (126) fand orthostatische Dysregulationen im Alter bei 25 %

der Probanden, CAIRD (59) bei 24 %.

Bei Altersgruppe I steigt die Frequenz sofort im Stehen beim Normalkollektiv um 27/min und liegt im weiteren Verlauf bei 12 - 22/min, beim Kollektiv mit pathologischer Spätregulation vergrößert sie sich um 26/min bei Beginn der Orthostase bis auf Werte von 32,6/min. Diese Ergebnisse stimmen im wesentlichen überein mit den Angaben in der Literatur (9, 17, 35, 36, 136, 139, 140, 148, 173, 188, 212, 214, 217, 229). Die geringe Frequenzzunahme um maximal 10/min beim Kollektiv mit normaler Spätregulation bzw. 12/min beim Kollektiv mit orthostatischer Dysregulation zeigt die eingeschränkte Kreislaufregulation mittels der Frequenz im Alter (67, 188).

Für das Herzschlagvolumen wurde eine durchschnittliche Abnahme während der gesamten Stehphase bei Altersgruppe Ia von 43,8 %, bei Altersgruppe II von 25 % und für die Gruppen mit pathologischer Spätregulation von 56,5 % bzw. 44,5 % beobachtet. Bei allen Probanden mit orthostatischer Spätdysregulation scheint gemäß dem Schlagvolumenverhalten ebenfalls eine Störung der Sofort- und Frühregulation vorzuliegen. Dieser Zusammenhang konnte bisher noch nicht nachgewiesen werden (189).

Der mittlere Abfall des Herzminutenvolumens betrug für Altersgruppe I 28 %, für Altersgruppe II 15 % und für die jeweiligen Kollektive mit pathologischer Spätregulation 37,5 bzw. 37,2 %. Für die Altersgruppe II mit ihrem Durchschnittsalter von 76,5 Jahren liegen in der uns zugänglichen Literatur weder für das Normalkollektiv noch für die Probanden mit pathologischer Orthostasereaktion Vergleichswerte vor. Die ermittelten Werte für die jüngeren Probanden stimmen im wesentlichen überein mit H. E. BOCK (27), der eine Schlagvolumenabnahme von 38 % bei normal bzw. von 49 % bei pathologisch regulierenden Probanden sowie einen Abfall des Herzminutenvolumens von 44 % bzw. 34,6 % fand.

Unter Berücksichtigung aller von BREHM und WEZLER (36) in einer Übersicht zusammengestellten Arbeiten bis 1953 wird die Abnahme des Schlagvolumens im Stehen durchschnittlich mit - 14 bis - 50 %, im Mittel - 35,3 %, und des Herzminutenvolumens mit ± 0 bis - 50 %, im Mittel - 16 %, für gasanalytische und mit - 8 bis - 50 %, im Mittel - 26 %, für physikalische Methoden angegeben, dagegen ermittelten BREHM und WEZLER (36) einen Abfall des Schlagvolumens um 63 ± 14 % und des Herzminutenvolumens um 51 ± 16 %. SMITH und Mitarbeiter (206) bestimmten impedanzkardiographisch bei jungen

gesunden Probanden die Abnahme des Schlagvolumens zu 45 % und des Herzminutenvolumens zu 18 %. Die Ergebnisse bei Altersgruppe I stimmen ferner gut überein mit den Untersuchungen von GARNIER (69), der eine Verminderung des Herzminutenvolumens von 40 % bei den pathologisch regulierenden gegenüber 20 % bei normal regulierenden Personen fand, während das Schlagvolumen bei Regulationsstörung um 50 - 60 % abfiel.

Der periphere Widerstand nahm im Stehen bei Altersgruppe I um etwa 50 %, bei Altersgruppe II um etwa 20 % und bei den pathologisch regulierenden Kollektiven bis zu 64 bzw. 34 % zu. Diese Ergebnisse stimmen meist mit den in der Literatur angegebenen Werten überein. GARNIER (69) berichtet über einen Anstieg des peripheren Widerstandes um 25 - 30 % bei orthostatisch stabilen Personen und um 60 - 70 % bei Probanden mit orthostatischer Dysregulation. Bei den jungen Probanden ermittelte SMITH eine Zunahme des peripheren Widerstandes um 40 %. BREHM und WEZLER dagegen fanden eine Vergrößerung um 236 ± 80 %.

Während der 10 Minuten dauernden Orthostasebelastung am Kipptisch konnte eine Abnahme der Austreibungszeit in Altersgruppe I um 27,8 % beim Normalkollektiv und 30,4 % beim Kollektiv mit pathologischer Regulation beobachtet werden, in

der Altersgruppe II dagegen nur um 19 % bzw. 23,9 %. Auch in der Literatur wird eine Abnahme der Austreibungszeit bei Orthostase angegeben (173, 206).

In Übereinstimmung mit der Literatur konnte im Elektrokardiogramm eine Vergrößerung der Amplituden der P-Wellen und eine Abflachung bis Negativierung der T-Wellen bei orthostatischer Belastung festgestellt werden (9, 52, 53, 99, 101, 102, 141, 144, 148, 155, 162, 164, 175, 181, 184, 207). Die Verkürzung der PQ-Zeit war bei allen Probanden nachzuweisen und wird auch von mehreren Autoren angegeben (99, 144, 148, 155, 187). Diese Ekg-Veränderungen werden vor allem auf den bei Orthostase erhöhten Sympathikotonus zurückgeführt (99, 175, 207), lassen aber Rückschlüsse auf gleichzeitige hämodynamische Veränderungen nicht zu (175).

Das Ausmaß der Herzschallveränderungen ist nach BARBEY (17, 24) proportional zu den orthostatischen Beschwerden. Er stellte fest, daß bei einer guten orthostatischen Regulation die Amplituden des 1. und 2. Herztones unverändert bleiben, dagegen bei einer orthostatischen Frühregulationsstörung die Amplituden des 1. Herztones ansteigen und des 2. Herztones abfallen. Dabei ist die Amplitudenvergrößerung des 1. Herztones nach HOLLDACK durch eine geringere Ventrikelfüllung erklärbar und zwar für

beide Entstehungstheorien (17): Es wird diskutiert, ob der 1. Herzton durch Schwingungen der Muskelwand und des Kammerinhaltes (92) oder durch den Schluß der AV-Klappen (79, 128, 134) hervorgerufen wird. Einerseits kommt es zu einer nicht vollendeten Klappenstellung bei kleinerer Füllung, andererseits bei geringerem Kammerinhalt zu einer verstärkten Anspannung. Die Amplitude des 2. Herztones hängt ab von der Größe des Caesurdruckes (17). Die Auswertung des Phonokardiogramms während der orthostatischen Belastung ließ gewisse Tendenzen erkennen. Bei Altersgruppe I kam es im allgemeinen zu einem Abfall der Amplituden und bei Altersgruppe II wurde bei den pathologisch regulierenden Probanden die Tendenz zu einem Anstieg der Amplituden des 1. Herztones und zu einem Abfall beim 2. Herzton festgestellt, jedoch auch beim Normalkollektiv, so daß das Phonokardiogramm nicht zu einer exakteren Beurteilung der Spätregulation herangezogen werden konnte.

Nach BARBEY (17, 18, 23, 24) korreliert der Abfall des Dikrotiequotienten und die Dauer des Tiefertretens der Dikrotie mit dem Ausmaß der orthostatischen Beschwerden. Das Absinken der Dikrotie in Abhängigkeit von der orthostatischen Frühregulationsstörung wurde in der Literatur mehrfach bestätigt und auch für die Diagnostik herangezogen (29, 91, 170, 173, 175). Der

Dikrotiequotient nahm bei den jüngeren Probanden sofort im Stehen auf 53,7 % beim Normalkollektiv und auf 35,3 % beim Kollektiv mit pathologischer Regulation ab. Da nach der Definition BARBEY's ein Abfall des Dikrotiequotienten auf unter 40 % als beweisend für eine orthostatische Frühregulationsstörung gilt, konnte somit wiederum bei unseren Probanden ein Zusammenhang mit Spätregulationsstörungen festgestellt werden, da alle Probanden mit einer orthostatischen Spätregulationsstörung auch eine orthostatische Frühregulationsstörung im Sinne BARBEY's zeigten.

Bei Altersgruppe II blieb der Dikrotiequotient bei beiden Kollektiven während der gesamten Untersuchung nahezu unverändert, auch in der postorthostatischen Erholungsphase. Die Beurteilung des Temporalispulses bei Orthostasebelastung in Bezug auf den Dikrotiequotienten scheint also bei Personen höheren Alters nicht mehr anwendbar.

Aufgrund der Abnahme des intrathorakalen Blutvolumens bei Orthostase verkleinerte sich auch das Thoraxvolumen; dies konnte durch BARBEY (23) durch die Thoraxplethysmographie nachgewiesen werden. Bei allen Probanden wurde eine Zunahme der mittleren Thoraximpedanz im Stehen beobachtet. Nach 10 Minuten orthostatischer Belastung betrug der Anstieg bei Altersgruppe I 8,6 % und bei Altersgruppe II 10,7 %.

Da die Thoraximpedanz indirekt proportional zum Volumen zwischen den Elektrodenbändern ist, ergibt sich somit indirekt ein Hinweis auf den Blutvolumenabfall im Thorax durch die Vergrößerung der Thoraxgrundimpedanz.

In der postorthostatischen Erholungsphase streben alle Parameter wiederum ihren Ausgangswerten zu. Für den systolischen Blutdruck, das Schlagvolumen und das Herzminutenvolumen wurde zunächst ein Anstieg sofort nach dem Zurückkippen von der vertikalen in die horizontale Körperlage beobachtet. Der Kreislaufumstellung nach Orthostase wird in der Literatur wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Soweit jedoch Angaben vorliegen (71, 135), stimmen sie mit den gefundenen Ergebnissen überein. Die nachgewiesenen Kreislaufveränderungen in der postorthostatischen Erholungsphase können einerseits durch die Rückkehr der versackten Blutmenge und andererseits durch das Nachlassen der bei Orthostase eintretenden Kompensationsmechanismen erklärt werden.

6. Zusammenfassung

77 Probanden, davon 38 Studenten im Durchschnittsalter von 24 Jahren und 39 ältere Probanden im Durchschnittsalter von 77 Jahren wurden am Kipptisch vor, während und nach 10 Minuten dauernder passiver Stehbelastung untersucht. Dabei wurden Impedanzkardiogramm, Temporalispulskurve, Phonokardiogramm und das Elektrokardiogramm in der II. Ableitung registriert sowie der Blutdruck nach Riva Rocci gemessen. Die Hämodynamik während der Sofort-, Früh- und Spätregulation wurde am Verhalten der ermittelten Kreislaufparameter, insbesondere des Schlag- und Minutenvolumens, beobachtet:

1. 7 der jüngeren Probanden und 7 (18 %) der älteren zeigen aufgrund des Blutdruck- und Frequenzverhaltens eine pathologische Spätregulation.
2. Der systolische Blutdruck bei den normal regulierenden Probanden bleibt während der gesamten Stehbelastung auf annähernd demselben Niveau, der diastolische Blutdruck steigt bei den jüngeren Probanden höher an (maximal 14 mm Hg = 17,7 %) als bei den älteren (maximal 3,6 mm Hg = 4,6 %).
3. Die Herzfrequenz steigt bei den jüngeren Probanden deutlicher an als bei den älteren.

4. Schlag- und Minutenvolumen haben bei den jüngeren Probanden höhere Ausgangswerte und fallen bei den normal regulierenden jüngeren mit 43,8 % stärker ab als bei den älteren Probanden (um 25 %), bei den pathologisch regulierenden Gruppen noch stärker (um 56,5 % bzw. 44,5 %).
5. Während der Sofort- und Frühregulation zeigt das Herzschlagvolumen typische Verläufe:
Typ I mit relativer Konstanz des Schlagvolumens (nur bei Altersgruppe I).
Typ II mit anfänglichem Schlagvolumenabfall bis zum 3. - 4. Herzschlag und anschließendem Wiederanstieg.
Typ III mit raschem Schlagvolumenabfall bis zum 3. - 4. Herzschlag und weiterem kontinuierlichem Absinken. Die in der Spätregulation pathologisch regulierenden Probanden zeigen ein verstärktes Typ III - Verhalten.
6. Die Thoraxgrundimpedanzwerte liegen bei den älteren Probanden höher als bei den jüngeren und geben einen Hinweis auf ein rascheres und ausgeprägteres Absacken des Thoraxblutvolumens bei den älteren Probanden.
7. Die Beurteilung des Dikrotiequotienten anhand des Pulscurvenverlaufs der a. temporalis läßt nur bei den jüngeren Probanden

Hinweise auf orthostatische Regulationsstörungen erkennen (nach BARBEY), dagegen nicht bei den älteren.

8. Als Ekg-Veränderungen bei Orthostase werden im wesentlichen eine Vergrößerung der P-Amplitude, eine Abflachung bis Negativierung der T-Welle, eine Verkürzung der PQ-Zeit und eine Frequenzzunahme festgestellt. Der höhere Frequenzanstieg bei den pathologisch regulierenden älteren Probanden (plus 12/min) gegenüber den normal regulierenden älteren (plus 9/min) bleibt nahezu aus (bei den jüngeren plus 26 - 33/min gegenüber 12 - 22/min).
9. Das Phonokardiogramm gibt keine wesentlichen zusätzlichen Informationen.
10. Die Austreibungszeit und die Pulsperiodendauer nehmen während der Sofort- und Frühregulation beinahe kontinuierlich ab.
11. In der postorthostatischen Erholungsphase streben alle Parameter nach 2 - 5 Minuten wieder ihren Ausgangswerten zu, wobei der systolische Blutdruck, das Schlag- und Minutenvolumen sofort nach dem Kippen in die horizontale Körperlage zunächst überhöht sind.

6. Literaturverzeichnis

1. ALLISON, R.D., C.E. LEWIS and T.W. REZEK:
Vascular dynamics. Impedance plethysmograph
study during a standardized tilt table
procedure.
Space Life Sci. 2, 361 (1970)
2. ARNDT, J.O., A. FOURNELL und E. MUSCHYKO:
Zur Frage der Venenwirksamkeit von Octapressin.
In: DENGLE, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 131,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
3. ASCHKE, J., G. TRIEB und E. NUSSER:
Die dynamische Labilität der Blutdruckregulation
und ihre therapeutische Beeinflussung.
Münch. med. Wschr. 114, 97 (1972)
4. ASMUSSEN, E.:
The distribution of the blood between the
lower extremities and the rest of the body.
Acta physiol. scand. 5, 31 (1943)
5. ASMUSSEN, E., E.H. CHRISTENSEN und
M. NIELSEN:
Pulsfrequenz und Körperstellung.
Skand. Arch. Physiol. 81, 190 (1939)

6. ASMUSSEN, E., E.H. CHRISTENSEN und
M. NIELSEN:
Die Effektivität der Blutdruckregulation
in verschiedenen Körperstellungen.
Skand. Arch. Physiol. 81, 204 (1939)
7. ASMUSSEN, E., E.H. CHRISTENSEN und
M. NIELSEN:
Über die Kreislaufinsuffizienz in stehen-
der Stellung bei normalem arteriellen
Druck und herabgesetztem Minutenvolumen.
Skand. Arch. Physiol. 81, 214 (1939)
8. ASMUSSEN, E., E.H. CHRISTENSEN und
M. NIELSEN:
Die Bedeutung der Körperstellung für
die Pulsfrequenz bei Arbeit.
Skand. Arch. Physiol. 81, 225 (1939)
9. ATHANASION, J.:
Orthostatisch bedingte asystolische
Anfälle des Herzens.
Münch. med. Wschr. 108, 1227 (1966)
10. ATZLER, E., R. HERBST:
Die Schwankungen des Fußvolumens und deren
Beeinflussung.
Z. ges. exp. Med. 38, 137 (1923)
11. ATZLER, E. und G. LEHMANN:
Über ein neues Verfahren zur Darstellung
der Herztätigkeit (Dielektrographie).
Arbeitsphysiologie 5, 636 (1932)

12. BACHE, R.J., A. HARLEY and J.C. GREENFIELD, JR.:
Evaluation of thoracic impedance plethysmography
as an indicator of stroke volume in man.
Amer. J. Med. Sci. 258, 100 (1969)
13. BACHMANN, K.:
Die Behandlung abnormer Regelungsvorgänge des
Kreislaufs mit einem neuen zentralen Analepticum,
2-Äthyl-3, 3-diphenyl-propen-yl-(2)-amin.
Arzneimittel-Forsch. 13, 168 (1963)
14. BACHMANN, K.:
Untersuchungen zur sympathikomimetischen
Pharmakotherapie abnormer Regelungsvorgänge
des Kreislaufs.
Z. Kreisl-Forsch. 53, 871 (1964)
15. BACHMANN, K., R. ZERZAWY:
Sympathikomimetika und Orthostasesyndrom.
In: DENGLE, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 143,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
16. BAKER, L.E., W.V. JUDY, L.E. GEDDES,
F.M. LANGLEY and D.W. HILL:
The measurement of cardiac output by means
of electrical impedance.
Cardiovasc. Res. Cent. Bull. 9, 135 (1971)
17. BARBEY, A.:
Experimentelle Untersuchungen über Kreislauf-
regulationen am Menschen.
Habilitationsschrift, Tübingen 1960

18. BARBEY, K.:
Einfluß venenaktiver Stoffe auf die
Orthostase-Frühregulation
Med. Welt 20 (N.F.), 142 (1969)
19. BARBEY, K.:
Physiologische Grundlagen der Blutdruckregulation in spezieller Blickrichtung auf die arterielle Hypotonie.
In: Arterielle Hypotonie, S. 7,
Symposion der Troponwerke in Lahnstein 1973,
Tropon Arzneimittel Köln 1974
20. BARBEY, K. und P. BARBEY:
Die Blutverschiebung in die unteren Extremitäten bei der akuten orthostatischen Kreislaufbelastung.
Med. Welt 17 (N.F.), 1693 (1966)
21. BARBEY, K. und K. BRECHT:
Venentonus, Venenkapazität und ihre Messung.
Med. Welt 16 (N.F.), 727 (1965)
22. BARBEY, K. und K. CAESAR:
Zur Frage der Behandlung orthostatischer Frühregulationsstörungen.
Med. Welt 17, 1888 (1966)
23. BARBEY, K., K. BRECHT und W. KUTSCHA:
Über die orthostatische Sofortregulation.
Med. Welt 17 (N.F.), 1648 (1966)

24. BARREY, K., W. KUTSCHKA und K. BEUTH: Die Veränderungen von Temporalispulsform und Phonokardiogramm bei akuter orthostatischer Belastung.
Med. Welt 17 (N.F.), 1824 (1966)
25. BLEICHERT, A.: Physiologie von Regelungsprozessen.
Med. Med. Nordmark 21, 69 (1969)
26. BLUMBERGER, K.: Die Untersuchungen der Dynamik des Herzens beim Menschen. Ihre Anwendung als Herzleistungsprüfung.
Dtsch. inn. Med. 62, 424 (1942)
27. BOCK, H. - E.: Das Minutenvolumen des Herzens im Liegen und Stehen.
Z. ges. exp. Med. 92, 782 (1954)
28. BOCK, K.D. und V. HAIMBOETH: Persistierende orthostatische Hypotonie nach Behandlung mit Guanacline.
Dtsch. med. Wschr. 94, 265 (1969)
29. BÖHM, C.: Hypotonie und orthostatisches Syndrom. Krankheitswert und Therapie aus der Sicht der Praxis.
Internist 14, 511 (1973)

30. BOJANOVSKY, J. und R. TÖLLE:
Kreislauffeffekte von Psychopharmaka und ihre
Behandlung mit Dihydroergotamin.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 221,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
31. BRADBURY, S. and C. EGGLESTON:
Postural Hypotension
Amer. Heart J. 1, 73 (1925)
32. BRANDENBRENER, M., M. LANDOWNE and N.W. SHOCK:
Changes in cardiac output with age.
Circulation 12, 557 (1955)
33. BRECHT, K.:
Fern- und Dauerregistrierung des Pulses
mit dem "Infratonsystem".
Münch. med. Wschr. 95, 459 (1953)
34. BRECHT, K. und H. BONKE:
Neues elektrostatisches Tieftonmikrophon
und seine Anwendung in der Sphygmographie.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 256, 43 (1952)
35. BREHM, H.:
Der orthostatische Symptomenkomplex und seine
Therapie.
Z. Kreisf.-Forsch. 44, 471 (1955)
36. BREHM, H. und K. HENZLER:
Untersuchungen zur Frage der Kreislaufregi-
lation des Menschen beim Wechsel der Körperlage.
Z. ges. exp. Med. 120, 431 (1953)

37. BÜRGER, M. und D. MICHEL:
Funktionelle Einflüsse des Kreislaufs.
J.F. Lehmanns Verlag München 1957
38. BURCH, G.E.:
Interesting aspects of geriatric cardiology.
Amer. Heart J. 89, 99 (1975)
39. CAIRD, F.I., G.R. ANDREWS and R.D. KENNEDY:
Effect of posture on blood pressure in the
elderly.
Brit. Heart J. 35, 527 (1973)
40. CAMSAR, K. und G. HENSEL:
Verhalten von Kreislauf und Elektrokardiogramm während der orthostatischen Sofortregulation.
Med. Welt 17 (N.F.), 1834 (1966)
41. COLES, D. R. and K.E. COOPER:
Hyperaemia following arterial occlusion or exercise in the warm and cold human forearm.
J. Physiol. 145, 241 (1959)
42. CREMER, M.:
Über die Registrierung mechanischer Vorgänge auf elektrischem Wege, speziell mit Hilfe des Saitengalvanometers und Saitenelektrometers.
Münch. med. Wschr. 54, 1629 (1907)

43. CREMERIUS, J.:
Zur Prognose funktioneller Herz-Kreislauf-
Störungen.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 199,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
44. DELIUS, L.:
Hypotone Zustände und ihre Therapie.
Therapiewoche 10, 390 (1960)
45. DELIUS, L.:
Die Klinik der Blutdruckregulationsstörungen.
7. ges. inn. Med. 4, 213 (1966)
46. DELIUS, L.:
Die Behandlung der hypotonen Kreislaufregu-
lationsstörung.
Dtsch. med. Wschr. 94, 2172 (1969)
47. DELIUS, L.:
Hypotonie im Rahmen vegetativ ausgelöster
Kreislaufregulationsstörungen.
In: Arterielle Hypotonie, S. 62,
Symposion der Troponwerke in Lahnstein 1973,
Tropon Arzneimittel Köln 1974
48. DELIUS, L.
Zur Klinik orthostatischer Kreislaufregulations-
störungen.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 171,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974

49. DEBUS, L., F. ODENPHAT und G. KOMANN:
Untersuchungen zur Regulation des venösen
Rückstroms.
Z. klin. Med. 146, 237 (1950)
50. DEBUS, N.:
Physiologie und Pathophysiologie der
orthostatischen Kreislaufregulation.
Herz/Kreisl. 6, 311 (1974)
51. DENGLE, H.J. und J.H. HENGSTMAN:
Pathophysiologie und Klinik der idiopathi-
schen Positionshypotonie.
In: DENGLE, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 77,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
52. DENNIG, H., S. HAUSER und I. SCHWÖBERER:
Über die orthostatische Kreislaufregulations-
störung, die Orthasthenie.
Dtsch. med. Wschr. 81, 400 (1956)
53. DENNIG, H. und A. THALER:
Über orthostatische Kreislaufregulations-
störungen.
Landarzt 42, 288 (1966)
54. DITTMAR, H.A. und K. MECHTELKE:
Über die Regelung des Blutdrucks bei gesunden
Menschen und Personen mit nervösen Herz- und
Kreislaufstörungen.
Dtsch. Arch. Klin. Med. 201, 720 (1955)

55. DITTMAR, H.A., K. MECHELKE und E.NUSSER:
Zur Frequenzganganalyse des Kreislaufs bei
Mensch und Tier.
In: Problem der zentralnervösen Regulation, S. 62,
Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1962
56. DONAT, K.:
Zur Diagnose und Beurteilung des hypotonen
Symptomenkomplexes.
Internist 14, 491 (1973)
57. DURST, O.E., E. LANG, R. KESSEL und P. DENKL:
Über Wechselbeziehungen in der Wirkung
neurovegetativer Pharmaka.
Therapiewoche 24, 1317 (1974)
58. ECHT, M. und L. LANGE:
Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung
venentonisierender Pharmaka auf das Niederdruck-
system des Menschen.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 109,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
59. EULER, U.S.von, R. LUFT und T. SUNDIN:
The urinary excretion of noradrenalin and
adrenalin in healthy subjects during recumbency
and standing.
Acta physiol. scand. 34, 169 (1955)

60. FELIX, R. and B. LOUVEN:
Zur Vasoaktivität von Dihydroergotamin.
Phlebographische Untersuchungen.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 125,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
61. FLACK, M. and H.L. BURTON:
An investigation into the physiological
significance of the 40 mm mercury test.
J. Physiol. 56, 1 (1922)
62. FREY, J.:
Experimentelle Untersuchungen über den Blut-
kreislauf bei Einwirkung hydrostatischer Kräfte.
Arch. Kreisl.-Forsch. 7, 329 (1940)
63. FROM, A.H.L., R.P.PATTERSON and W.G. KUBICEK:
The relationship of the time derivatives of
cardiogenic thoracic electrical impedance
change to aortic flow velocity and acceleration.
Fed. Proc. 26, 595 (1967)
64. GADERMANN, E.:
Über die Kreislaufwirkung des Effortil bei
orthostatischer Kollapsneigung und hypotoner
Regulationsstörung.
Med. Klin. 47, 76 (1952)
65. GADERMANN, E.:
Über die orthostatische Regulationsstörung des
Kreislaufs und ihre medikamentöse Behandlung.
Wien. Med. Wschr. 103, 911 (1953)

66. GADERMANN, B.:
Abgrenzung und Objektivierung von "Kreislauf-
störungen".
Verh. dtsh. Ges. inn. Med. 73, 132 (1967)
67. GADERMANN, B.:
Behandlung des arteriell-hypotonen Syndroms
Therapiewoche 20, 2139 (1970)
68. GÄRTNER, U., A. SCHLEF und I. RENTSCH:
Impedanzkardiographie im Rahmen der kardiolo-
gischen Intensivmedizin.
Herz/Kreisl. 7, 187 (1975)
69. GARNIER, B.:
Physiologie und Pathologie der Orthostase-
reaktion.
Schweiz. Z. Sportmed. 19, 21 (1971)
70. GARNIER, B., P. IMHOF, U. BÜRKI und
B. STEINMANN:
Formen und Vorkommen der sekundären Positions-
hypotonie (postural hypotension).
Schweiz. med. Wschr. 100, 158 (1970)
71. GARNIER, B., P. IMHOF und P. LUDER:
Zum Entstehungsmechanismus der postorthostati-
schen Blutdrucksteigerung.
Schweiz. med. Wschr. 98, 1261 (1968)
72. GAUER, O.H. und J.P. HENRY:
Beitrag zur Homöostase des extraarteriellen Kreis-
laufs. Volumenregulation als unabhängiger physiolo-
gischer Parameter.
Klin. Wschr. 34, 356 (1956)

73. GAUER, O.H. und L. LANGE:
Die Regulation des Niederdrucksystems.
In: DENGLE, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 5,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
74. GAUER, O.H. und H.L. THRON:
Properties of veins in vivo: Integrated effects
of their smooth muscle.
Physiol. Rev. 42, 283 (1962)
75. GAUER, O.H., H.L. THRON und K.D. SCHEPPOKAT:
Das Verhalten der kapazitiven und der Wider-
standsgefäße der menschlichen Hand unter orthos-
tatischer Belastung.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 268, 26 (1958)
76. GERHARD, W. und P. von SMEKAL:
Das Krankheitsbild der Positionshypotonie.
Kreisl.-Forsch. 57, 108 (1968)
77. GERSMEYER, E.F.:
Langzeittherapie der hypotonen Regulations-
störungen.
Dtsch. med. J. 17, 466 (1966)
78. GERSMEYER, E.F., W. MAUER und W.W. HUEP:
Die Rolle der Mineralocorticoide beim orthosta-
tischen Syndrom
In: DENGLE, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 153,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974

79. GMACHL, E.:

Über die Amplitude des I. Herztones.

Verh. dtsh. Ges. Kreisl.-Forsch. 26, 375 (1954)

80. GOLENHOFEN, K. und G. HILDEBRANDT:

Die Reaktion der menschlichen Muskelgefäße
auf Durchblutungs-drosselung.

Pflügers Arch. ges. Physiol. 264, 492 (1957)

81. GOTTSTEIN, U.:

Physiologie und Pathophysiologie des Hirn-
kreislaufs.

Med. Welt 16,(N.F.), 715 (1965)

82. GOTTSTEIN, U.:

Interne Therapie der Alternsprozesse des
Gehirns.

Wien. klin. Wschr. 81, 441 (1969)

83. GOTTSTEIN, U., A. BERNSMETTER, H. BLÖMER und
W. SCHIMMLER:

Die cerebrale Hämodynamik bei Kranken mit
Mitralstenose und kombiniertem Mitralvitium.

Klin. Wschr. 38, 1025 (1960)

84. GRILL, C.:

Investigations into the displacements in the blood mass due to changes in the body positions, and the resultant changes in the work of the heart, in the blood pressure and in the volume of the extremities under physiological conditions and in certain pathological conditions, and an contribution to the pathogenesis of so-called arterial orthostatic anaemia.

Acta. Med. Scand. 92, 267 (1937)

85. HAMILTON, W.F., R.L. RILEY, A.M. ATTYAH,
A. COURNAND, D.M. FORWELL, A. HIMMELSTEIN,
R.P. NOBLE, J.W. REMINGTON, D.W. RICHARDS, Jr.,
N.C. WHEELER and A.C. WITHAM:

Comparison of the Fick and dye injection methods of measuring the cardiac output in man.

Amer. J. Phys. 153, 309 (1948)

86. HARLEY, A. and J.C. GREENFIELD, Jr.:

Determination of cardiac output in man by means of impedance plethysmography.

Aerosp. Med. 39, 248 (1968)

87. HEINRICH, F.:

Die Hypotonie in der täglichen Praxis.

Monographie der Troponwerke Köln.

Aesopus Verlag, Luzano 1972

88. HEINRICH, F.:

Medikamentöse und physikalische Therapie der Hypotonie.

Internist 14, 525 (1973)

89. HEINRICH, F.:
Therapie der Hypotonien.
Med. Welt 23 (N.F.), 571 (1972)
90. HENDEL, H. und K.D. BOCK:
Durchblutung und Wärmeleitfähigkeit des
menschlichen Muskels.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 260, 361 (1955)
91. HERRVERTH, B. und L. BRENNER:
Die Anwendung des "Hocktestes" in der Praxis
zur Diagnose und Therapiebeurteilung orthosta-
tischer Frühregulationsstörungen des Kreis-
laufs.
Med. Welt 15 (N.F.), 1625 (1954)
92. HESS, W.R.:
Die Entstehung des ersten Herztones.
Dtsch. Arch. klin. Med. 132, 69 (1920)
93. HICKAM, J.B. and W.W. PRYOR:
Cardiac output in postural hypotension.
J. clin. Invest. 30, 401 (1951)
94. HILL, L.:
The influence of the force of gravity on
the circulation of the blood.
J. Physiol. 18, 15 (1895)
95. HILL, L. and H. BARNARD:
The influence of the force of gravity on the
circulation of the blood. Part II.
J. Physiol. 21, 323 (1897)

96. HILTMANN, H.D., v. KOLMBIER, W. STEGARD
und H.J. SCHAFMANN:
Vergleichende Untersuchungen von Herzzeit-
volumina mit der Impedanzkardiographie und
invasiven Methoden.
Verh. dtsh. Ges. inn. Med. 80, 1181 (1974)
97. HIRCHE, H.J.:
Die Regulation des Blutdruckes.
Med. Wschr. 23, 384 (1969)
98. HOCHREIN, H., K.W. SCHNEIDER und
G. SCHULTE-FLINGS:
Das Verhalten des Herzminuten- und Schlag-
volumens sowie des peripheren Gesamtwider-
standes bei der essentiellen Hypertonie.
Z. Kreisl.-Forsch. 52, 779 (1963)
99. HUEP, W.W. und E.F. GERSMEYER:
Bedeutung und Wert des Steh-EKG.
Herz/Kreisl. 4, 211 (1972)
100. HUEP, W.W. und E.F. GERSMEYER:
Hypotone Regulationsstörungen des Kreislaufs.
Med. Klin. 64, 2009 (1969)
101. HUEP, W.W. und E.F. GERSMEYER:
Klinik der arteriellen Hypotonie.
In: Arterielle Hypotonie, S. 46,
Symposium der Tropenwerke in Lehnstein 1973,
Tropen Arzneimittel Köln 1974

102. HUEP, W.W., W.F. HORSTMANN und
E.F. GERSMEYER:
Definition, Differentialdiagnose und
Krankheitswert der verschiedenen Formen
der Hypotonie.
Z. Allg. med./Landarzt 48, 425 (1972)
103. HUSMANN, F.:
Zur Therapie der orthostatischen Dysregulation.
Therapie der Gegenwart 104, 545 (1965)
104. HUSMANN, F.:
Therapie der arteriellen Hypotonie.
In: Arterielle Hypotonie, S. 80,
Symposium der Troponwerke in Lahnstein 1973,
Tropon Arzneimittel Köln 1974
105. IBRAHIM, M.M., R.C. TARAIZI, H.P. DUSTAN
and E.L. BRAVO:
Idiopathic orthostatic hypotension:
Circulatory dynamics in chronic autonomic
insufficiency.
Amer. J. Cardiol. 34, 288 (1974)
106. IBRAHIM, M.M., R.C. TARAIZI and H.P. DUSTAN:
Orthostatic hypotension:
Mechanisms and management.
Amer. Heart J. 90, 513 (1975)

107. JUCHEMS, R.:

Untersuchungen des Herzminuten- und Schlagvolumens mit einem neuen, flow-unabhängigen Densitometer und mit dynamischer Eichung.
Arch. Kreisl.-Forsch. 46, 281 (1965)

108. JUCHEMS, R.:

Herzminutenvolumen, Schlagvolumen und peripherer Widerstand bei Neurozirkulatorischer Asthenie; Untersuchungen mit der Indikatorverdünnungsmethode.
Cardiologia 49, 20 (1966)

109. JUCHEMS, R., H. VETTER und W. GROSS:

Zentrale Hämodynamik des orthostatischen Syndroms.
Z. Kreisl.-Forsch. 57, 1198 (1968)

110. JUDY, W.V., F.M. LANGLEY, K.D. McCOWEN, D.M. STINNETT, L.E. BAKER and P.C. Johnson: Comparative evaluation of the thoracic impedance and isotope dilution methods for measuring cardiac output.

Aerosp. Med. 40, 532 (1969)

111. JUNGSMANN, H. und E. GADERMANN:

Diagnostische Möglichkeiten der unblutigen Arterienpulsregistrierung.
Med. Klin. 67, 281 (1972)

112. KARNEGIS, J.N. and W.G. KUBICEK:
Physiological correlates of the cardiac
thoracic impedance waveform.
Amer. Heart J. 79, 519 (1970)
113. KEREKJARTO, M.von:
Psychosomatische Beschwerden bei Hypotonie.
Internist 14, 521 (1973)
114. KLENSCH, H.:
Ergebnisse ballistographischer Untersuchungen
des Schlagvolumens und des Herzminutenvolumens.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 270, 68 (1959)
115. KNEBEL, R.:
Über verschiedene Formen des orthostatischen
Kollapses.
Verh. dtsh. Ges. inn. Med. 56, 177 (1951)
116. KNEBEL, R. und Th. OCKENGA:
Das Verhalten des zentralen Venendruckes beim
Kipptischversuch.
Z. Kreisl.-Forsch. 49, 235 (1960)
117. KUBICEK, W. G., J.N. KARNEGIS, R.P. PATTERSON,
D.A. WITSOE and R.H. MATTSON:
Development and evaluation of an impedance
cardiac output system
Aerosp. Med. 37, 1208 (1966)

118. KUBICEK, W.G., R.P. Patterson and
D.A. WITSOE:
Impedance cardiography as a noninvasive
method of monitoring cardiac function and
other parameters of the cardiovascular system.
Ann. N.Y. Acad. Sci. 170, 724 (1970)
119. KUBICEK, W.G., A.H.L. FROM, R.P. PATTERSON,
D.A. WITSOE, A. CASTANEDA, R.C. LILLEHEI
and R. ERSEK:
Impedance cardiography as a noninvasive means
to monitor cardiac function.
J. Assoc. Adv. Med. Instrum. 4, 79 (1970)
120. KUTSCHA, W.:
Zur Aussagekraft von Kreislauffunktionsprü-
fungen für die Diagnose in der Praxis.
Therapiewoche 21, 54 (1971)
121. LABABIDI, Z., D.A. EHMKE, R.E. DURNIN,
P.E. LEAVERTON and R.M. LAUER:
Evaluation of impedance cardiac output in
children.
Pediatrics 47, 870 (1971)
122. LABABIDI, Z., D.A. EHMKE, R.E. DURNIN,
P.E. LEAVERTON and R.M. LAUER:
The first derivative thoracic impedance
cardiogram.
Circulation 41, 651 (1970)

123. LANG, E.:
Meßverfahren zur Bestimmung der zeitlichen
Herzdynamik.
Herz/Kreisl. 2, 80 (1970)
124. LANG, E.:
Cerebrale kardiovaskuläre Syndrome bei
arterieller Hypotonie.
Internist 14, 49+ (1973)
125. LANG, E., O.E. DURST, A. WEIKL, P. DENKL,
R. KESSEL, W. WIETUCH und K.von NIEDNER:
Die Impedanzkardiographie.
Bedeutung der Methode und ihre Grenzen.
Münch. med. wschr. 116, 1661 (1974)
126. LANG, E., W. JANSEN und W. PFARR:
Orthostatische Hypotonie bei älteren Menschen.
Med. Klin. 70, 1976 (1975)
127. LEHMANN, G. und A.H. STEINHAUS:
Die dielektrographische Analyse des Erholungs-
vorganges.
Arbeitsphysiologie 6, 607 (1933)
128. LEWIS, J.K. and W. DOCK:
The origin of heart sounds and their
variations in myocardial disease.
J. Amer. med. Assoc. 110, 271 (1938)

129. LINKA, H.:
Die physikalische Kreislaufanalyse.
In: 1. Freiburger Colloquium für Kreislauf-
messungen,
werk-Verlag Dr. E. Banaschewski,
München-Kiefersing 1958
130. LOCHNER, W. und W. SCHOEDEL:
Blutfüllung des kleinen Kreislaufs und
Herzminutenvolumen.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 252, 281 (1950)
131. LÜBKE, K.O.:
Eine kontrollierte Studie mit Dihydrozot
bei Patienten mit orthostatischer Dysregulation.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 225,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
132. LÜBKE, K.O.:
Orthostatische Dysregulationen.
Therapiewoche 22, 2935 (1972)
133. LÜTHY, E.:
Die orthostatischen Kreislaufstörungen.
Schweiz. Med. Wschr. 97, 434 (1967)
134. LUISADA, A.A., C.K. LIU, C. ARAVANIS,
M. TESTELLI and J. MORRIS:
On the mechanism of production of the
heart sounds.
Amer. Heart J. 55, 333 (1958)

135. MAINZER, F.:
Orthostatischer Blutdruckabfall im Gefolge
des Schlaganfalls und bei cerebraler
Arteriosklerose. Postorthostatische und
orthostatische arterielle Hypertonie.
Nervenarzt 29, 337-(1958)
136. DE MARÉES, H.:
Hämodynamik der orthostatischen Sofort-
regulation.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 25,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
137. DE MARÉES, H.:
Veränderungen des Rumpfbloodvolumens bei
orthostatischer Kreislaufsofortregulation.
I. Eine Methode zur Bestimmung der Veränderungen
des Rumpfbloodvolumens.
Ärztl. Forsch. 24, 221 (1970)
138. DE MARÉES, H. und H.-U. PIXBERG:
Veränderungen des Rumpfbloodvolumens bei
orthostatischer Kreislaufsofortregulation.
II. Beziehung zwischen Rumpfbloodveränderung,
Rumpfbloodvolumen und Totalbloodvolumen.
Ärztl. Forsch. 24, 228 (1970)
139. DE MARÉES, H.:
Veränderungen des Rumpfbloodvolumens bei
orthostatischer Kreislaufsofortregulation.
III. Blutverschiebung, Venentonus und Temporalis-
puls bei orthostatischer Sofortregulation.
Ärzt. Forsch. 24, 249 (1970)

140. MATEEFF, D. und W. SCHWARZ:
Der orthostatische Kreislaufkollaps.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 236, 77 (1935)
141. MECHELKE, K.:
Über orthostatische Kreislaufstörungen.
Therapiewoche 4, 149 (1954)
142. MECHELKE, K.:
Formen und Bedeutung der labilen Blutdruck-
regelung bei vegetativen Herz- und Kreislauf-
störungen.
Münch. med. Wschr. 103, 7 (1961)
143. MECHELKE, K. und P. CHRISTIAN:
Formen und Bedeutung abnormer Regelungsvor-
gänge im Kreislauf.
Z. Kreisl.-Forsch. 47, 246 (1958)
144. MECHELKE, K. und P. CHRISTIAN:
Vegetative Herz- und Kreislaufstörungen.
In: Handb. inn. Med.,
4. Aufl., Bd. IX/4, S. 704,
Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960
145. MECHELKE, K. und E. NUSSER:
Über Blutdruck- und Pulsfrequenzänderungen
während und nach körperlicher Arbeit bei
Personen mit stabiler und labiler Blutdruck-
regelung.
Dtsch. Arch. Klin. Med. 202, 599 (1955)

146. MEINERS, S.:
Meßmethoden zur Analyse der Herz- und
Kreislaufdynamik.
In: 1. Freiburger Colloquium für Kreislauf-
messungen.
Werk-Verlag Dr. E. Banaschewski,
München-Gräfelsing 1958
147. MELLANDER, S., I. NORDENFELT:
Zur Wirkung von Noradrenalin und
Dihydroergotamin auf den peripheren und
zentralen Kreislauf.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 99,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
148. MICHEL, D.:
Orthostatische Kreislaufbelastung und
-insuffizienz.
Internist 3, 516 (1962)
149. MOORE, W.W.:
Antidiuretic hormone levels in normal subjects.
Fed. Proc. 30, 1387 (1971)
150. MÜLLER, E.A.
Ein Leistungs-Puls-Index als Maß der
Leistungsfähigkeit.
Arbeitsphysiol. 14, 271 (1950)

151. NAMON, R. and F. GOLLAN:
External monitoring of cardiac output by
reactive electrical impedance.
Fed. Proc. 26, 325 (1967)
152. NICHOLS, W.W. and D.A. McDONALD:
Aortic input impedance derived from the
apparent phase velocity.
Fed. Proc. 28, 643 (1969)
153. NUSSER, E.:
Zur Einteilung vegetativer Kreislauf-
störungen unter dem Aspekt der Regelung.
Mat. Med. Nordmark 19, 154 (1967)
154. NUSSER, E. und H.A. DITTMAR:
Die Einschwingungsformen des arteriellen
Blutdrucks bei orthostatischer Belastung.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 63,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
155. NUSSER, E., H.DONATH und H.J. ASCHKE:
Vegetative Kreislaufstörungen.
Gebr. Giulini GmbH, Ludwigshafen
156. NYBOER, J.:
Electrical impedance plethysmography.
Charles C. Thomas, Publisher,
Springfield, Illinois, 1970

157. NYBOER, J., B. BAGNO, A. BARRETT and
R.H. HALSEY:
Radiocardiograms - the electrical impedance
changes of the heart in relation to
electrocardiograms and heart sounds.
J. clin. Invest. 19, 773 (1940)
158. NYLIN, G. and W. LEVANDER:
Studies on the circulation with the aid of
tagged erythrocytes in a case of orthostatic
hypotension (asympathicotonic hypotension).
Ann. intern. Med. 28, 723 (1948)
159. OPARIL, S., C. VASSAUX, C.A. SANDERS
and E. HABER:
Role of renin in acute postural homeostasis.
Circulation 41, 89 (1970)
160. PAGE, E.B., J.B. HICKAM, H.O. SICKLER,
H.D. McINTOSH and W.W. PRYOR:
Reflex venomotor activity in normal persons
and in patients with postural hypotension.
Circulation 11, 262 (1955)
161. PARR, F.:
Zur Patho-Physiologie und Klinik der
orthostatischen Kreislaufstörungen.
Arch. Kreis.-Forsch. 25, 101 (1957)
162. PERSCHMANN, G.:
Das Elektrokardiogramm bei orthostatischer
Kreislaufreaktion.
Z. Kreis.-Forsch. 31, 189 (1939)

163. PIERACH, A. und K. HEYNEMANN:
Der niedrige Blutdruck und die Hypotonie.
Münch. med. Wschr. 101, 737 (1959)
164. PIETSCHMANN, H.:
Das vegetativ-orthostatische Kreislaufsyndrom
und seine Beurteilung in der Rentenversicherung.
Med. Welt 19 (N.F.), 1276 und 1323 (1968)
165. POMERANTZ, M., F. DELGADO and B. EISEMAN:
Unsuspected depressed cardiac output following
blunt thoracic or abdominal trauma.
Surgery 70, 865 (1971)
166. REIN, H.:
Die Blutreservoirs des Menschen.
Klin. Wschr. 12, 1 (1933)
167. REINDELL, H., E. SCHILDE, H. KLEPZIG und
H.W. KIRCHHOFF:
Kreislaufregulation.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1955
168. RIECKERT, H.:
Die Hämodynamik des venösen Rückflusses aus
der unteren Extremität.
Arch. Kreisl.-Forsch. 62, 293 (1970)
169. RIECKERT, H.:
Primäre Therapieziele bei der hypotonen
Fehlregulation.
Fortschr. Med. 89, 173 (1971)

170. RIECKERT, H.:
Die Kreislaufregulation bei jugendlichen
Sportlern unter orthostatischer Belastung.
Med. Welt 23 (N.F.), 362 (1972)
171. RIECKERT, H.:
Die Rolle des kandalen Venensystems bei der
orthostatischen Belastung.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 39,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-NEW York 1974
172. RIECKERT, H. und H.J. Schneider:
Die Physiologie des kandalen Venensystems
unter den Bedingungen der Ruhe und Bewegung.
Z. physik. Med. 1, 443 (1970)
173. RIEGER, P.:
Über einen einfachen Test zur Prüfung
einer orthostatischen Dystonie.
Wien, Med. Wschr. 117, 1091 (1967)
174. RILEY, D.M., R.L. DAY, D.Mc.L. GREELY
and W.S. LANGFORD:
Central autonomic dysfunction with defective
lacrimation.
Report of five cases.
Paediatrics 3, 468 (1949)

175. RODE, P., F. HEINRICH und H. VOEGT:
Auswirkungen der β -Rezeptorenblockade
auf Systolendauer und Temporaliskurve
unter Orthostasebedingungen.
Med. Welt 22 (N.F.), 1733 (1971)
176. ROSA, L.:
Diagnostische Anwendung des Kurzwellenfeldes
in der Herz- und Kreislaufpathologie (Radio-
kardiographie).
Z. Kreisl.-Forsch. 32, 118 (1940)
177. SALZMANN, E.W. and S.D. LEVERETT, JR.:
Peripheral venoconstriction during
acceleration and orthostasis.
Circulation Res. 4, 540 (1957)
178. SCHAEDE, A. und P. THURN:
Zur Frage des systolischen Restblutes beim
Menschen.
Fortschr. Rö. 86, 696 (1957)
179. SCHAPIRO, H.:
Vrac. Russkij St. Petersburg 2 (1882)
(Zitat nach SCHELLONG 1954)
180. SCHATZ, I.J., S.T. PODOLSKY and B. FRAME:
Idiopathic orthostatic hypotension.
J. Amer. med. Ass. 186, 537 (1963)
181. SCHELLONG, F. und B. LÜDERITZ:
Regulationsprüfung des Kreislaufs.
Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt 1954

182. SCHEPPOKAT, K.-D.:
Bemerkungen zur nosologischen Einordnung
der arteriellen Hypotonie und zur Abgrenzung
gegenüber anderen funktionellen kardiovasku-
lären Störungen.
In: Arterielle Hypotonie, S. 32,
Symposion der Troponwerke in Lahnstein 1973,
Tropon Arzneimittel Köln 1974
183. SCHIRGER, A., E.A. HINES, G.D. MOLNAR und
J.E. THOMAS:
Orthostatic Hypotension.
Proc. Mayo Clin. 36, 239 (1961)
184. SCHMIDT-VOIGT, J.:
Kreislaufstörungen in der ärztlichen Praxis.
Editio Cantor, Aulendorf i. Württ. 1950
185. SCHMIDT-VOIGT, J.:
Der niedrige Blutdruck.
Fortschr. Med. 82, 60 (1964)
186. SCHMIDT-VOIGT, J.:
Differentialdiagnose und Differentialtherapie
der Hyper- und Hypotonie.
Mkurse f. ärztl. Fortbildung 18, 473 (1968)
187. SCHMIDT-VOIGT, J.:
Funktions-Elektrokardiographie für die Praxis.
Münch. med. Wschr. 116, 473 (1974)

188. SCHNEIDER, K.W.:
Der Mensch an der Schwelle des Alters.
Mat. Med. Nordmark 21, 438 (1969)
189. SCHNEIDER, K.W.:
Diagnostik und Therapie der orthostatischen
Kreislaufregulationsstörungen.
Z. Allg. med./Landarzt 48, 429 (1972)
190. SCHNEIDER, K.W.:
Hypodynamie und hyperdynamie Herzfunktion in
Pathogenese und Therapie.
Mat. Med. Nordmark 18, 585 (1966)
191. SCHNEIDER, K.W. und P. HASSENSTEIN:
Probleme der Herzminutenvolumen -
Bestimmung bei Verwendung von Indocyanin-
Indikatoren.
Arch. Kreisl.-Forsch. 42, 84 (1963)
192. SCHNEIDER, K.W. und H. HOCHREIN:
Die Anwendung von Farbstoffverdünnungskurven
zur Erfassung verschiedener hämodynamischer
Größen.
Arch. Kreisl.-Forsch. 39, 21 (1962)
193. SCHOEDEL, W. und H. KREUZER:
Das Restblut
oder endsystolische Volumen der Herzkammern.
Dtsch. med. Wschr. 83, 604 (1958)

194. SCHOLZ, H., B. HELMKE und F. KLINT:
EEG und Orthostase.
Kinderärztl. Praxis 42, 54 (1974)
195. SHY, G.M. and G.A. DRAGER:
A neurological syndrome associated with
orthostatic hypotension.
Arch. Neurol. 2, 511 (1960)
196. SIEGEL, J.H. and M. FABIAN:
The quantification of myocardial contractility
by impedance plethysmography.
Fed. Proc. 27, 445 (1968)
197. SIEGEL, J.H., M. FABIAN, C. LANKAU, M. LEVINE,
A. COLE and M. NAHMAD:
Clinical and experimental use of thoracic
impedance plethysmography in quantifying
myocardial contractility.
Surgery 67, 907 (1970)
198. SIEGENTHALER, W. und P. ENDRES:
Hypertonie und Hypotonie des alten Menschen.
Bedeutung und Therapie:
Dtsch. Med. J. 21, 1491 (1970)
199. SIEGENTHALER, W., U. VERAGUT und C. WERNING:
Blutdruck.
In: SIEGENTHALER, W. (Hrsg.):
Klinische Pathophysiologie,
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1973

200. SJÖSTRAND, T.:
Determination of change in the intrathoracic
blood volume in man.
Acta physiol. scand. 22, 114 (1951)
201. SJÖSTRAND, T.:
The regulation of the blood distribution
in man.
Acta physiol. scand. 26, 312 (1952)
202. SJÖSTRAND, T.:
The significance of the pulmonary blood volume
in the regulation of the blood circulation
under normal and pathological conditions.
Acta Med. Scand. 145, 155 (1953)
203. SJÖSTRAND, T.:
Volume and distribution of blood and their
significance in regulating the circulation.
Physiol. Rev. 33, 202 (1953)
204. SJÖSTRAND, T.:
Reserveblut und Kreislaufregulierung.
Verh. dtsch. Ges. inn. Med. 60, 543 (1954)
205. SJÖSTRAND, T.:
Blutverteilung und Regulation des Blutvolumens.
Klin. Wschr. 34, 561 (1956)

206. SMITH, J.J., V.T. WIEDMEIER, F.E. TRISTANI
und K.E. COOPER:
Measurement of cardiac output during body
tilt using the impedance cardiograph.
Fed. Proc. 28, 643 (1969)
207. SO, C.-S.:
Praktische Elektrokardiographie.
Kardiologie für die tägliche Praxis Bd. 4
der Farbwerke Hoechst AG,
Selecta-Verlag Dr. Ildar Idris,
Planegg vor München 1974
208. STEINBACH, K. und P. WEIDINGER:
Zur Problematik des Othostase-Syndroms.
Münch. med. Wschr. 116, 1066 (1974)
209. STEINMANN, B.:
Über den Kreislaufmechanismus beim Hochdruck.
Erg. inn. Med. 62, 991 (1942)
210. SUCHAN, P. und F. HUSMANN:
Orthostatische Dysregulation bei Hypertonikern.
Münch. med. Wschr. 109, 176 (1967)
211. THOMSON, W. (LORD KELVIN):
On the measurement of electrical resistance.
Proc. Royal Soc., London 9 313 (1861)
(Zitat nach NYBOER, 1970)

212. THULESIUS, O.:
Die Diagnose der orthostatischen Hypotonie
anhand einfacher Kreislaufparameter.
In: DENGLER, H.J. (Hrsg.): Das Orthostasesyndrom,
5. Rothenburger Gespräch 1973, S. 177,
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1974
213. THULESIUS, O.:
Orthostatische Kreislaufstörungen.
Triangel (Sandoz) 9, 258 (1970)
214. THULESIUS, O. und U. FERNER:
Diagnose der orthostatischen Hypotonie.
Z. Kreisl.-Forsch. 61, 742 (1972)
215. TOBIASCH, V.:
Beurteilung der Kreislaufsituation mittels
Ophthalmodynamographie und anderer Tests.
In: Arterielle Hypotonie, S. 67,
Symposion der Troponwerke in Lahnstein 1973,
Tropon Arzneimittel Köln 1974
216. TROPON-Werke Med. Wiss. Abteilung:
Das hypotone Syndrom.
Troponwerke Köln 1972
217. TUCKMANN, J. and J. SHILLINGFORD:
Effect of different degrees of tilt on
cardiac output, heart rate, and blood
pressure in normal man.
Britisch Heart J. 28, 32 (1966)

218. VAN DE WATER, J.M., J.R. DMOCHOWSKI,
G.B. DOVE and N.P. COUCH:
Evaluation of an impedance flowmeter in arterial
surgery.
Surgery 70, 954 (1971)
219. VAN DE WATER, J.M., I.T. MILLER, E.N.C. MILNE,
E.L. HANSON, G.F. SHELDON and K.S. KAGEY:
Impedance plethysmography.
A noninvasive mean of monitoring the thoracic
surgery patient.
J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 60, 641 (1970)
220. VÖLLM, K. R. und F. SCHAUB:
Zur sogenannten "Postural Hypotension".
Lageabhängige Hypotonie bei idiopathischer
Störung der neurovegetativen Kreislaufregulation.
Schweiz. Med. Wschr. 94, 33 (1964)
221. WADE, O.L., B. COMBES, A.W. CHILDS, H.O. WHEELER,
A. Cournand and S.E. BRADLEY:
Effect of exercise on splanchnic blood flow
and splanchnic blood volume in normal man.
Clin. Sci. 15, 457 (1956)
222. WAGNER, E.:
Fortgesetzte Untersuchungen über den Einfluß
der Schwere auf den Kreislauf.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 39, 371 (1886)
223. WEBB-PEPLOE, M.M. and J.T. SHEPHERD:
Veins and their control.
New Engl. J. Med. 278, 317 (1968)

224. WESTERMANN, K.W.:
Pathophysiologie der arteriellen Hypotonie.
In: Arterielle Hypotonie, S. 22,
Symposion der Troponwerke in Lahnstein 1973,
Tropon Arzneimittel Köln, 1974
225. WESTERMANN, K.W.:
Pathophysiologische Grundlagen der Hypotonie
Internist 14, 483 (1973)
226. WETTERER, E. und Th. KENNER:
Grundlagen der Dynamik des Arterienpulses.
Springer Verlag,
Berlin-Heidelberg-New York 1968
227. WEZLER, K. und A. BÜGER:
Die Dynamik des arteriellen Systems.
Erg. Physiol. 41, 292 (1939)
228. WITSOE, D.A. and F.J. KOTKE:
The origin of cardio-genic changes in thoracic
electrical impedance.
Fed. Proc. 26, 595 (1967)
229. WITZLEB, E.:
Hypotone und orthostatische Regulationsstö-
rungen.
scripta medica merck 9, 1. Aufl., 1974
230. WITZLEB, E.:
Über den Venentonus.
Med. Welt 17, 1843 (1966)

231. YOUNG, D.G., Jr., R.H. COX, E.K. STONER
and W.J. ERDMAN:

Evaluation of quantitative impedance
plethysmography for continuous blood
flow measurement.

Amer. J. Physical Med. 46, 1261 (1967)

Anhang zur Dissertation
(Primärdaten)

Rainer Woischke

Hämodynamik während orthostatischer Belastung
bei jüngeren und älteren Probanden
mit besonderer Berücksichtigung
des Schlag- und Minutenvolumens

Verzeichnis der Probanden der Altersgruppe I

Probanden	Geschlecht	Alter (Jhr.)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
1 S.K.	m	24	182	76
2 W.S.	m	24	188	86
3 T.H.	m	25	183	77
4 M.W.	m	22	179	73
5 A.G.	m	23	174	63
6 H.W.	m	23	171	72
7 W.S.	m	24	177	68
8 H.B.	m	25	186	71
9 J.K.	m	23	195	92
10 M.H.	m	22	187	81
11 G.B.	m	26	178	61
12 E.A.	m	23	190	72
13 U.L.	m	24	189	77

Verzeichnis der Probanden der Altersgruppe I

Probanden	Geschlecht	Alter (Jhr.)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
14 H.H.	f	19	166	65
15 W.M.	m	27	178	68
16 G.L.	m	26	179	75
17 J.K.	m	21	180	73
18 R.P.	m	24	176	79
19 K.D.	m	26	180	70
20 E.S.	m	26	175	77
21 H.S.	m	25	184	74
22 F.P.	m	25	170	60
23 E.L.	m	25	190	92
24 C.V.	m	23	178	68
25 W. .	m	26	175	67
26 R.V.	m	28	172	95

Verzeichnis der Probanden der Altersgruppe I

Probanden	Geschlecht	Alter (Jhr.)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
27 H.S.	m	25	186	74
28 P.O.	m	31	176	69
29 U.H.	m	19	182	80
30 J.K.	m	21	180	73
31 D.M.	m	23	178	73
32 O.G.	m	24	173	72
33 K.M.	f	20	167	52
34 F.H.	f	25	161	49
35 N.T.	m	25	168	58
36 R.F.	m	23	179	70
37 W.K.	m	23	171	68
38 A.U.	f	20	170	63

Verzeichnis der Probanden der Altersgruppe II

Probanden	Geschlecht	Alter (Jhr.)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
1 A.C.	f	73	169	72
2 E.W.	f	73	168	65
3 H.	f	77	168	54
4 E.S.	m	73	176	73
5 M.G.	f	75	166	60
6 J.K.	f	77	159	65
7 P.K.	m	82	168	75
8 H.P.	f	75	152	56
9 A.H.	f	73	153	42
10 O.Z.	m	88	165	80
11 T.H.	m	69	171	84
12 S.K.	f	78	154	68
13 M.E.	f	62	158	74

Verzeichnis der Probanden der Altersgruppe II

Probanden	Geschlecht	Alter (Jhr.)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
14 C.B.	f	77	167	63
15 T.S.	f	80	168	65
16 J.G.	m	82	163	62
17 B.	f	88	164	54
18 H.S.	f	69	169	51
19 M.H.	f	82	156	70
20 W.K.	m	72	193	95
21 G.H.	m	75	161	53
22 E.K.	f	67	170	65
23 M.B.	f	87	158	46
24 H.W.	f	71	156	55
25 J.Z.	f	84	175	63
26 G.K.	f	77	162	60

Verzeichnis der Probanden der Altersgruppe II

Probanden	Geschlecht	Alter (Jhr.)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
27 V.F.	f	79	156	56
28 C.B.	f	79	169	65
29 K.G.	f	84	157	64
30 G.H.	f	80	157	55
31 C.S.	f	64	170	61
32 T.C.	f	79	167	75
33 A.B.	f	77	159	58
34 A.G.	f	82	155	46
35 H.T.	f	65	174	64
36 H.L.	f	77	164	61
37 H.D.	f	75	155	56
38 E.D.	m	81	176	65
39 E.R.	f	72		

Systolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	130		160		160	155	155	155	150	150	150	145	145	160	155	155	150
2	140	140	160	150	150	155	150	140	140	135	125	130	135	140	135	140	140
3	130	135	125	125	125	125	130	135	135	135	130	125	125	130	135	135	140
4		115	105	120	115	125	120	125	125	115	120	115	115	125	125	125	125
5	115	120	125	120	120	125	125	130	130	130	130	135	135	130	130	130	130
6	140	145	135	135	135	145	140	130	130	135	140	140	135	150	150	150	145
7	140	135	125	120	120	120	120	115	120	115	115	115	120	130	140	140	130
8	125	120	120	120	115	115	125	105	125	125	130	115	115	130	130	130	130
9	125	125	130	120	120	120	125	125	120	125	115	130	120	140	145	135	130
10	130	130	110	120	120	120	125	120	125	120	125	125	130	130	120	115	115
11	110	100	110	110	90	90	90	90	110	110	135	125	125	135	145	150	135
12	130	120	115	125	120	125	120	130	120	125	125	115	125	110	110	110	110
13	130	135	165	140	130	145	140	130	135	125	135	130	130	135	135	135	135

Systolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14	135	130	110	110	130	135	140	140	145	135	135	135	135	140	130	135	135
15	150	150	140	140	140	145	135	150	145	150	140	145	145	155	150	150	145
16	140	130	125	125	120	120	120	120	120	110	120	120	120	130	135	140	130
17	110	115	120	115	120	120	110	110	120	115	120	120	115	135	135	130	135
18		125	120	125	125	125	120	130	125	125	125	130	125	145	140	145	140
19	105	105	95	85	90	100	110	110	120	115	125	135	125	125	140	140	130
20	135	135	140	130	125	135	135	135	140	125	135	140	135	135	130	135	130
21	150	140	125	130	120	125	115	110	110	110	115	115	110	135	135	135	140
22	130	130	110	95	100	90	105	90	95	100	100	95	100	120	125	125	125
23	140	145	140	130	135	140	145	115	130	115	125	110	110	125	130	135	140
24	120	120	115	110	115	110	110	105	105	105	105	110	105	130	130	120	120
25	110	115	110	90	90	95	100	110	110	100	90	90	95	125	120	125	135
26	135	130	115	120	130	125	125	120	120	125		120	120	120	130	130	135

Systolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen						Liegen	
	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	0'	10'
27	115		127	117	108	107	105	105	121	122
28	124		121	118	111	117	110	115	120	120
29	129		133	121	122	126	125	119	135	128
30	121		122	107	112	115	111	110	130	122
31	138		139	136	135	139	140	140	139	138
32	120		122	117	121	119	124	124	124	118
33	116		114	117	110	116	112	116	128	120
34	103		108	105	112	106	99	103	106	108
35	110		122	107	110	113	110	113	115	110
36	121		136	117	121	126	131	123	130	122
37	121		128	127	120	119	119	123	134	124
38	127		167	141	136	132	129	129	139	122

Systolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	100	105	90	90	85	110	105	95	90	95	100	100	105	120	110	105	105
2	150	160	170	175	170	165	160	170	170	155	160	160	160	155	165	160	165
3	130	135	135	130	130	120	125	125	125	120	130	130	130	150	130	130	125
4	125	125	120	120	120	125	130	130	130	130	135	140	130	130	135	130	130
5	140	130	150	145	135	145	155	160	150	150	160	165	160	155	155	160	140
6	165	170	175	170	165	170	175	170	175	175	170	175	180	165	170	170	175
7	165	175	205	180	170	185	170	180	180	180	185	190	185	170	175	180	170
8	150	155	160	140	140	135	150	150	145	150	145	155	150	170	165	160	165
9	140	145	115	100	120	115	115	115	115	115	115	115	115	125	130	135	135
10	170	190	200	180	170	180	185	185	185	180	170	170	170	190	190	190	175
11	120	125	120	115	115	110	105	110	105	105	110	110	105	135	115	115	125
12	140	160	155	135	145	150	140	150	150	155	150	150	160	180	170	150	165
13	140	145	170	140	150	160	150	150	155	150	150	150	140	160	150	150	150

Systolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen						Stehen						Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14	135	130	130	130	130	135	135	140	140	135	135	140	140	140	135	140	135
15	190	190	180	170	165	160	160	160	160	160	155	150	155	185	205	210	210
16	180	175	150	155	150	150	150	155	150	150	150	150	150	175	175	175	185
17	140	140	145	130	130	140	135	140	145	140	150	145	150	140	150	140	145
18	160	180	155	150	150	150	150	155	155	155	150	140	155	170	155	150	140
19	160	160	140	135	160	160	155	145	150	145	145	150	155	170	170	165	155
20	135	140	120	110	120	125	125	125	130	125	130	135	135	130	140	140	140
21	155	155	120	110	115	110	115	110	120	120	120	115	115	155	155	155	155
22	130	125	125	125	115	120	120	115	120	125	120	120	120	145	145	135	130
23	160	160	150	155	150	150	165	160	170	175	175	175	170	160	165	165	160
24	150	160	150	150	160	165	165	165	165	170	170	165	170	160	165	165	170
25	195	195	190	190	200	195	200	180	190	175	185	190	175	200	190	175	180
26	140	130	135	145	145	150	130	140	135	145	155	140	145	160	150	140	130

Systolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen																	
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
27	155	175	165	160	155	170	165	175	165	160	170	160	155	165	160	175	175	
28		185	170	175	175	175	165	175	170	155	165	175	160	155		170	160	
29	100	100	100	115	100	105	100	100	120	115	120	110	110	115	130	125	115	
30	200	190	165	155	150	145	135	130	135	135	140	140	140	180	200	205	175	
31	130	130	135	140	140	135	150	140	135	135	130	130	140	115	120	125	120	
32	160	170	155	145	155	150	155	150	150	145	150	150	145	175	175	165	165	
33	165	170	185	160	170	155	150	155	145	140	150	160	155	165	165	165	175	
34	140		135	135	140	135	130	140	140	130	135	140	140	155	165	155	150	
35	145	145	115	115	115	115	125	115	130	115	120	115	120	145	135	135	140	
36	125	125	130	135	135	125	125	140	125	125	125	125	135	155	145	135	130	
37	155	145	170	170	180	170	150	140	150	140	155	145	145	150	150	135	135	
38	130	130	130	130	130	135	135	130	135	135	135	135	135	140	140	140	130	
39	170	160	120	130	140	125	135	130	135	140	130	125	120	160	170	170	150	

Diastolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen												Liegen			
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	0'	1'	2'	3'
1	80		120		120	125	115	115	110	115	115	115	115	115	110	100	100	90
2	100	90	100	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	85	95	80	50
3	90	90	80	90	100	105	105	110	110	100	105	105	105	105	95	100	95	100
4		75	80	80	90	90	100	100	100	95	100	90	90	90	85	75	70	70
5	80	85	90	100	100	100	105	100	100	100	95	105	105	105	90	95	90	95
6	80	80	85	95	95	105	100	90	90	90	90	90	100	100	95	85	80	80
7	70	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	80	80	75	80
8	75	80	80	80	80	85	85	80	80	85	85	80	80	80	70	70	70	75
9	80	80	85	80	90	90	90	90	85	90	85	100	90	90	70	90	90	90
10	60	60	50	60	70	75	80	80	75	70	75	75	70	70	70	60	60	60
11	60	60	85	80	60	60	60	70	75	75	100	85	90	90	90	90	90	80
12	90	80	90	95	100	95	95	95	100	100	95	85	90	90		70	60	60
13	75	80	90	90	95	90	90	90	90	90	90	90	90	90	75	75	70	70

Diastolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	3'
14	90	80	80	80	85	95	95	90	90	95	95	80	90	80	85	80	75
15	90	90	105	95	100	100	100	100	105	100	105	105	100	95	95	95	90
16	80	75	90	95	100	90	95	90	95	80	90	85	90	70	70	80	80
17	70	65	80	70	75	75	65	65	75	70	70	80	80	70	70	60	60
18		80	90	95	90	100	95	100	105	100	95	100	100	100	95	95	90
19	65	65	65	65	60	75	80	85	90	90	90	90	95	95	90	80	80
20	80	75	95	90	90	90	90	85	85	80	85	90	85	70	75	70	70
21	85	85	90	90	95	95	85	80	80	85	80	80	80	85	85	90	80
22	85	80	85	85	70	65	70	75	70	70	65	65	70	80	80	80	85
23	80	80	90	90	95	90	75	85	90	90	85	70	70	60	70	70	75
24	65	70	85	80	80	70	75	80	80	80	75	75	75	100	70	80	85
25	70	75	75	65	65	70	75	70	75	75	70	70	70	80	70	75	85
26	85	85	95	95	90	95	90	105	90	90		75	80	80	85	90	85

Diastolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen								Liegen	
	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	0'	10'			
27	67	82	81	89	87	88	87	82	78			
28	89	95	95	93	95	95	98	89	86			
29	70	80	84	88	84	91	87	75	84			
30	79	100	80	90	82	84	85	87	80			
31	82	92	98	106	104	102	102	93	80			
32	72	86	82	85	84	88	89	90	76			
33	82	85	86	87	84	90	83	84	82			
34	69	84	78	79	78	78	78	68	74			
35	70	89	83	86	82	89	86	69	68			
36	70	95	90	90	92	92	92	69	70			
37	75	89	80	80	85	87	89	65	84			
38	74	110	94	92	85	89	87	81	74			

Diastolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen			Liesen											
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	65	60		60	60	60	60	60	60	55	60	60	60	60	65	60	60	65
2	80	85		85	90	90	90	95	85	90	85	85	90	90	75	85	80	90
3	60	65		75	80	75	70	75	75	75	75	75	75	70	75	70	70	70
4	70	70		70	70	70	75	75	75	75	75	75	80	80	70	75	75	70
5	90	80		85	80	80	85	80	85	80	80	85	90	90	80	80	80	70
6	90	90		90	90	90	90	90	90	90	95	90	90	90	80	85	90	70
7	70	75		80	75	70	70	70	75	70	70	75	75	75	75	70	75	75
8	80	85		90	85	90	90	90	95	95	95	85	85	85	90	90	90	95
9	75	75		65	60	70	65	65	65	70	70	70	65	70	60	70	70	70
10	90	105		90	90	90	90	95	90	95	95	95	100	100	100	100	100	100
11	65	65		75	70	70	70	65	70	65	70	70	70	70	70	70	70	70
12	70	75		75	70	80	70	70	70	70	80	70	70	75	85	80	75	75
13	70	90		80	80	70	85	90	90	90	90	85	90	95	85	85	85	95

Diastolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen					Stehen					Liegen						
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	3'
14	70	70	75	70	70	70	70	70	75	75	80	80	80	70	70	70	70
15	85	85	85	85	80	80	85	80	75	75	75	85	85	80	85	90	100
16	85	85	80	80	85	80	80	80	85	80	75	80	80	85	85	95	95
17	75	75	80	80	80	75	80	80	80	80	85	85	80	70	80	70	75
18	80	80	80	85	85	85	80	80	90	90	90	90	85	70	85	70	75
19	70	80	70	70	80	80	80	70	70	70	70	70	75	80	80	80	75
20	70	70	60	60	65	70	65	70	70	70	70	65	70	65	70	70	70
21	80	80	70	60	60	60	60	60	65	65	70	60	60	70	65	65	70
22	70	75	60	60	60	60	65	60	65	70	65	65	60	75	75	75	70
23	75	70	65	65	75	80	80	75	85	85	85	85	80	80	85	75	70
24	70	70	75	80	75	80	80	80	80	85	80	80	80	75	75	75	75
25	90	95	85	80	85	80	80	90	85	90	80	80	85	80	80	85	85
26	70	70	80	80	80	80	80	80	80	85	75	75	80	80	70	70	65

Diastolischer Blutdruck (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen										Lieren				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
27	80	85	90	85	85	85	90	85	85	80	85	80	90	90	90	85	85
28		80	85	80	80	85	80	80	80	80	80	90	90	85		75	75
29	70	70	75	80	75	75	75	75	85	80	85	75	85	80	80	80	70
30	100	80	105	90	85	80	80	80	85	90	90	85	90	90	90	90	95
31	80	70	85	90	85	85	80	80	85	95	90	95	85	70	80	70	75
32	90	85	80	85	90	85	85	80	85	90	85	90	85	80	90	90	90
33	85	85	100	100	100	110	90	100	100	100	105	105	105	90	90	90	90
34	85		75	70	70	70	80	80	70	70	80	70	70	80	75	75	70
35	80	85	80	80	85	80	80	80	85	80	85	90	85	85	80	85	75
36	85	85	85	70	80	70	70	80	75	70	70	75	75	70	65	65	50
37	80	80	85	85	90	90	90	85	90	90	85	90	85	90	75	70	70
38	80	80	80	80	85	85	80	85	85	80	85	80	80	80	80	75	75
39	80	80	75	75	75	80	70	75	70	80	75	75	70	85	70	80	70

Blutdruckamplitude (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen						Stehen						Liegen					
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
1	50	50	40	40	40	30	40	40	40	35	35	30	30	50	55	55	60	
2	40	50	60	55	55	50	40	40	40	35	25	30	35	55	50	60	60	
3	40	45	45	35	25	20	25	30	25	35	25	20	20	35	35	40	40	
4		40	25	40	25	35	20	25	25	20	20	35	35	40	50	55	55	
5	35	35	35	20	20	25	20	30	30	30	35	30	30	40	35	40	35	
6	60	65	50	40	40	40	40	40	40	45	50	50	35	55	65	70	65	
7	70	45	35	30	30	30	30	25	30	25	25	25	30	50	60	65	50	
8	50	40	40	40	35	30	40	25	25	40	45	35	35	60	60	60	55	
9	45	45	45	40	30	30	35	35	35	35	30	30	30	70	55	45	40	
10	70	70	60	60	50	45	45	40	50	50	50	50	60	60	60	55	55	
11	50	40	25	30	30	30	30	20	35	35	35	35	35	55	55	60	55	
12	40	40	35	30	20	30	25	35	20	25	30	30	35		40	50	50	
13	55	55	50	50	35	55	50	40	45	35	45	40	40	60	60	65	65	

Blutdruckamplitude (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen												Liegen		
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14	45	50	30	30	45	40	45	50	55	50	40	45	45	60	45	55	60
15	60	60	35	45	40	45	35	50	40	50	35	40	45	60	55	55	55
16	60	55	35	30	20	30	25	30	25	30	30	35	30	60	65	60	50
17	40	50	40	45	45	45	45	45	45	45	50	40	35	65	65	70	75
18		45	30	30	35	25	25	30	20	25	30	30	25	45	45	50	50
19	40	40	30	20	30	25	30	25	30	25	35	45	30	30	50	60	50
20	55	60	55	40	35	45	45	50	55	45	50	50	50	65	55	65	60
21	65	55	35	45	30	30	30	30	30	35	35	35	30	50	50	45	60
22	45	40	30	30	30	25	35	25	25	30	35	30	30	40	45	45	40
23	60	65	50	40	40	50	50	30	40	25	40	40	40	65	60	45	65
24	55	50	30	30	35	40	35	25	25	25	35	35	30	30	60	60	55
25	40	40	35	25	25	25	25	40	25	25	25	20	25	45	50	50	50
26	50	45	20	25	40	30	35	15	25	35		45	40	40	45	40	50

Blutdruckamplitude (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen						Liegen	
	6'	1'	2'	3'	4'	5'			0'	10'
27	48	36	19	20	17	18			39	44
28	35	23	18	22	15	17			31	34
29	58	37	34	42	34	32			60	44
30	42	27	22	33	27	25			43	42
31	56	38	29	35	38	38			46	58
32	48	35	36	35	36	35			34	42
33	34	31	23	32	22	33			44	38
34	34	27	33	28	21	25			38	34
35	40	24	24	31	21	27			46	42
36	51	27	31	34	39	31			61	52
37	46	39	40	34	32	34			69	40
38	53	57	44	47	40	42			58	48

Blutdruckamplitude (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	35	45	30	30	25	50	45	35	35	35	40	40	45	55	50	45	40
2	70	75	85	85	80	75	65	75	80	70	75	70	70	80	80	80	85
3	70	70	60	50	55	50	50	50	50	50	55	55	60	75	60	60	55
4	55	55	50	50	50	50	55	55	55	55	60	60	50	60	60	55	50
5	50	50	65	65	55	60	75	75	70	70	75	75	70	75	75	80	70
6	75	80	85	80	75	80	85	80	85	80	80	85	90	85	85	80	85
7	95	100	125	105	100	115	100	105	110	110	110	115	110	95	105	105	95
8	70	70	70	55	50	45	60	60	50	55	60	70	70	80	75	70	80
9	65	70	50	40	50	50	50	50	50	45	45	50	45	65	60	65	65
10	80	85	110	90	80	90	90	95	90	85	75	70	70	90	90	90	75
11	55	60	45	45	45	40	40	40	40	35	40	40	35	65	45	45	55
12	70	85	80	65	65	80	70	80	80	75	80	80	85	95	90	75	90
13	70	55	90	60	80	75	60	60	65	60	65	60	55	75	65	65	65

Blutdruckamplitude (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14	65	60	55	60	60	65	65	70	65	60	55	60	60	70	65	70	65
15	105	105	95	85	85	80	75	80	85	85	80	65	70	105	120	120	110
16	95	90	70	75	65	70	70	75	65	70	75	70	70	90	90	100	100
17	65	65	65	50	50	65	55	60	65	60	65	60	70	70	70	70	70
18	80	100	75	65	65	65	75	75	65	60	50	65	65	100	70	80	65
19	90	80	70	65	80	80	76	75	80	75	75	80	80	90	90	85	80
20	65	70	60	50	55	55	60	55	60	55	60	70	65	65	70	70	70
21	75	75	50	50	55	50	55	50	55	55	50	55	55	85	90	90	85
22	60	60	65	65	55	60	55	55	55	55	55	55	60	70	70	60	60
23	85	90	85	90	75	70	85	85	85	90	90	90	90	80	80	90	90
24	80	90	75	70	80	85	85	85	85	85	90	85	90	85	90	90	95
25	105	100	105	110	115	115	120	90	105	85	105	110	90	120	110	90	95
26	70	60	55	65	65	70	50	60	65	60	80	65	65	80	80	70	65

Blutdruckamplitude (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen			Liegen											
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
27	70	90		75	75	70	85	75	90	80	80	85	80	65	75	100	100	90
28		105		75	85	85	90	85	95	90	75	85	85	70	70		95	85
29	30	30		25	25	25	30	25	25	25	35	35	35	25	35	50	45	45
30	100	100		60	65	65	55	55	50	50	45	50	55	50	90	110	115	100
31	50	60		50	50	55	50	70	60	40	40	40	35	45	45	40	55	45
32	70	75		75	60	65	65	70	60	65	55	65	60	60	95	85	75	75
33	70	75		85	60	70	45	60	55	45	40	45	55	50	75	75	75	85
34	55			70	65	60	65	50	60	70	60	55	70	70	75	90	80	80
35	65	60		35	35	30	25	35	25	45	35	25	25	35	60	55	50	65
36	60	60		65	65	55	55	55	60	50	55	55	50	60	85	80	70	80
37	75	55		75	75	90	80	60	55	60	50	70	65	60	60	75	65	65
38	50	50		50	40	45	50	55	45	50	55	50	45	55	60	60	55	55
39	90	80		50	55	65	45	65	55	65	60	55	50	50	75	100	90	80

Herzfrequenz (Schläge/min) " - 16. Nov. 1960

Pro- band Nr.	Liegen					Stehen					Liegen									
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'			
1	67,5	67,0	85,0	72,0	82,5	76,5	85,4	85,3	86,5	81,2	78,2	86,0	85,8	74,8	66,7	62,7	59,3			
2	60,5	62,5	109,5	70,0	67,8	68,2	69,7	68,3	71,5	75,0	75,1	80,8	80,2	63,1	60,5	59,6	58,5			
3	64,0	64,2	85,3	82,7	82,0	85,2	84,2	80,7	79,0	86,3	77,3	80,5	89,3	74,3	67,0	62,7	55,5			
4	61,0	62,7	74,1	68,5	74,7	81,8	81,0	74,0	74,5	85,3	81,2	84,3	78,5	64,8	69,0	66,5	65,7			
5	91,0	86,5	116,7	108,0	109,0	96,0	105,0	106,0	104,0	107,0	108,0	111,7	107,7	87,5	83,0	76,7	72,8			
6	53,7	62,0	76,0	66,5	68,8	68,5	67,8	67,3	69,7	70,0	68,7	63,5	72,2	68,5	56,3	53,0	49,8			
7	61,5	64,7	84,5	81,5	97,7	91,0	89,3	93,0	94,7	95,0	93,7	100,7	98,8	62,8	70,0	65,2	59,3			
8	77,7	77,3	112,8	97,5	94,5	101,0	97,0	90,0	91,0	96,3	99,7	101,0	100,7	73,3	76,7	70,3	70,5			
9	67,7	66,7	86,7	78,8	79,0	91,0	77,0	79,7	90,0	97,0	93,5	92,5	91,0	70,0	58,3	59,3	61,8			
10	58,7	56,8	93,5	76,0	82,7	84,5	90,3	82,8	84,5	92,2	92,0	84,0	82,5	79,3	58,0	56,8	56,7			
11	78,2	84,0	101,6	109,7	89,3	99,7	114,7	108,7	120,0	117,3	102,0	109,0	104,7	61,0	73,8	67,5	55,2			
12	80,7	72,0	111,1	82,2	84,0	88,2	93,0	92,7	90,5	92,7	100,7	93,5	88,0	77,9	75,8	74,5	79,5			
13	67,3	53,8	99,1	67,0	69,3	79,7	73,2	89,5	76,3	72,5	85,8	92,7	95,0	60,3	54,5	56,0	50,0			

Herzfrequenz (Schläge/min) Nr. 14 - 26 der jungen Probanden

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
14	82,5	70,8	99,2	84,0	81,7	78,0	78,0	89,7	105,0	85,8	74,3	103,7	88,0	79,5	83,3	92,2	71,7	
15	71,0	66,0	96,5	76,0	86,5	99,0	102,0	97,7	95,0	97,3	87,8	95,8	94,0	70,6	70,0	60,7	72,8	
16	68,0	75,0	117,7	110,3	115,0	104,3	105,0	107,3	99,0	8,3	107,7	100,8	107,0	60,6	71,0	59,3	53,8	
17	65,5	74,1	97,1	75,1	81,2	80,7	81,5	81,8	82,0	74,3	90,7	85,3	90,7	69,3	62,0	58,6	58,7	
18		61,1	109,1	85,0	68,5	90,0	81,0	84,2	81,8	82,2	92,0	93,3	99,0	66,5	66,0	65,2	53,8	
19	50,6	52,2	79,8	73,0	81,7	73,3	74,7	72,8	80,5	76,2	69,5	70,3	85,0	54,4	49,2	51,0	50,7	
20	74,3	74,2	97,1	68,7	77,8	89,0	92,0	94,2	82,5	83,0	92,5	79,5	90,0	66,5	75,7	71,5	69,5	
21	63,8	66,5	96,8	89,0	91,0	79,5	91,7	101,0	82,2	95,0	101,3	83,4	111,7	56,2	61,0	60,7	57,0	
22	74,2	70,6	95,6	99,7	103,0	100,7	104,3	94,8	108,7	102,7	108,7	106,0	111,5	63,9	77,0	74,5	73,7	
23	65,3	62,5	89,3	92,2	98,8	89,0	94,7	96,3	102,7	101,0	95,8	87,2	73,0	62,0	49,5	50,7	58,3	
24	56,1	58,7	85,8	79,8	86,8	87,5	91,9	89,7	80,0	86,8	81,3	78,2	90,7	62,0	51,8	57,3	50,7	
25	55,8	59,2	71,6	78,3	90,7	70,7	75,3	85,0	85,8	81,5	93,8	95,3	96,2	59,1	54,1	53,8	55,2	
26	57,0	53,5	65,1	77,0	73,5	81,0	78,0	77,0	79,0	80,0	79,5	86,0	76,5	57,0	48,0	49,0	52,5	

Herzfrequenz (Schläge/min) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen		Liegen				
	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	0' 10'
27	64,0		83,9	94,5	92,2	97,6	97,6	92,2	72,8 62,1
28	69,7		77,2	81,3	80,2	83,7	79,8	79,8	67,6 64,9
29	63,9		94,8	96,8	100,2	101,4	101,7	103,4	56,0 58,1
30	58,4		77,9	87,8	96,2	92,2	94,9	92,2	57,3 57,5
31	61,5		71,1	71,9	75,4	70,8	77,7	77,1	65,8 61,5
32	54,2		68,0	64,3	66,0	67,9	66,7	64,2	67,2 51,9
33	55,9		69,3	72,5	84,4	84,3	93,6	98,5	57,2 56,6
34	62,8		84,9	87,7	82,6	84,3	92,6	88,6	63,5 59,1
35	65,2		83,0	81,4	95,2	90,4	99,7	100,2	60,0 62,6
36	42,4		63,2	65,0	68,3	75,2	72,6	71,2	54,2 39,9
37	48,6		56,1	67,0	77,2	75,9	84,3	77,1	51,1 48,0
38	60,2		93,0	55,4	70,1	72,9	73,5	77,9	59,9 55,3

Herzfrequenz (Schläge/min) Nr. 1 - 13 der alten Probanden

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen			Liegen												
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'		
1	67,9	66,5	77,9	98,7	88,3	87,9	90,9	87,0	85,8	87,5	88,0	90,0	91,6	79,3	64,5	66,0	71,5		
2	70,7	70,0	77,9	79,0	75,3	76,5	77,2	77,5	80,1	77,0	80,0	80,3	80,4	80,0	71,0	66,2	65,9		
3	55,8	59,1	70,4	62,0	66,8	67,1	65,3	68,9	68,0	68,1	71,3	69,5	70,7	71,2	60,7	59,8	56,9		
4	68,5	68,0	71,4	74,7	77,3	78,5	75,0	79,2	79,5	79,0	79,5	78,5	77,0	76,8	66,5	66,0	64,0		
5	59,3	53,0	62,2	65,0	60,2	63,0	61,0	62,6	62,6	63,0	65,0	62,5	63,5	58,7	51,5	51,5	48,5		
6	60,8	61,4	70,0	68,3	68,5	69,8	72,7	70,5	72,1	68,5	70,0	70,7	71,7	68,1	62,1	55,8	60,0		
7	53,8	60,0	77,5	68,0	62,5	65,0	64,5	68,0	66,0	66,2	63,7	66,5	64,0	69,7	61,2	58,0	54,0		
8	69,3	70,6	73,7	73,8	77,3	78,4	75,8	80,5	77,0	90,0	80,2	78,5	87,5	84,5	76,3	70,0	67,7		
9	58,8	59,5	65,4	68,0	76,0	67,2	67,5	68,5	68,0	69,0	70,7	68,0	68,0	67,0	63,8	61,7	53,5		
10	63,2	63,0	68,9	69,3	68,0	69,3	67,7	68,9	69,5	70,0	69,4	69,2	69,8	72,8	60,7	59,6	61,0		
11	56,3	54,5	63,4	64,0	65,3	63,0	61,8	67,5	65,5	69,7	70,2	69,6	71,0	67,3	52,3	52,2	53,3		
12	60,1	58,8	64,8	65,5	63,5	64,0	61,9	62,2	61,8	62,7	61,8	64,8	63,5	59,7	60,7	61,2	60,6		
13	65,5	79,0	88,2	87,8	87,7	89,7	82,0	81,5	86,9	86,0	80,7	91,3	83,5	82,6	72,7	75,6	74,7		

Herzfrequenz (Schläge/min) Nr. 14 - 26 der alten Probanden

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen			Liegen											
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14	50,8	53,8		68,7	59,4	64,8	60,8	63,1	60,9	59,5	61,4	65,3	66,3	61,9	60,0	51,0	50,3	47,2
15	74,6	71,0		83,6	78,2	79,0	76,7	75,5	77,7	72,3	75,5	77,3	75,2	76,1	74,5	69,3	73,0	68,7
16	56,0	56,0		51,4	54,3	58,2	56,8	55,9	51,8	55,2	54,2	52,5	57,8	54,9	58,8	57,2	55,5	52,3
17	66,8	66,8		71,4	76,4	70,2	69,4	70,7	70,0	71,7	69,0	73,2	71,1	71,8	68,2	67,3	66,5	66,0
18	83,5	89,2		97,7	93,0	94,0	94,7	90,0	92,7	98,2	94,7	97,5	99,3	101,0	96,5	84,8	80,5	81,0
19	63,5	64,0		66,4	70,2	74,9	73,4	73,5	74,0	74,8	74,0	76,2	75,6	76,8	65,8	63,3	60,7	62,0
20	81,7	82,0		90,7	93,0	89,3	82,0	89,5	90,9	91,3	87,5	90,8	84,5	89,5	75,0	78,7	76,8	76,7
21	59,7	58,2		58,4	69,0	71,0	68,3	69,3	69,2	72,0	69,0	68,4	70,5	64,2	71,4	59,2	55,8	54,6
22	69,2	69,0		72,7	82,2	83,9	81,2	82,2	86,5	84,3	85,3	83,6	85,9	85,2	75,6	69,8	69,0	66,9
23	70,5	79,5		78,0	82,2	80,9	84,2	86,0	80,8	83,2	84,3	83,6	82,2	85,1	85,5	76,0	77,8	74,5
24	43,6	43,4		47,0	47,8	46,7	48,0	47,8	47,6	46,9	48,3	48,7	50,9	49,6	45,9	43,5	42,9	42,6
25	71,5	70,5		93,8	82,2	82,8	78,7	77,5	78,8	80,8	81,3	81,4	81,0	83,2	84,3	72,3	72,0	72,8
26	63,0	57,5		73,0	78,0	76,2	77,3	76,8	76,1	78,7	80,5	80,5	80,2	80,7	59,2	67,5	66,6	56,0

Herzfrequenz (Schläge/min) Nr. 27 - 39 der alten Probanden

Pro- band Nr.	Liegen					Stehen					Liegen									
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'			
27	62,0	64,1	66,0	70,8	68,3	73,4	68,3	69,0	66,5	67,2	71,2	69,2	69,6	73,9	73,3	58,7	55,8			
28	54,2	58,4	63,0	68,4	68,4	67,0	66,8	67,2	67,7	66,0	68,3	66,2	68,2	61,8	63,3	52,9	54,4			
29	59,0	60,8	71,8	72,5	67,1	67,5	64,5	65,8	67,2	67,1	67,5	66,2	68,0	72,2	59,0	56,2	58,9			
30	52,0	54,8	66,6	67,3	68,9	67,9	70,1	73,2	73,2	67,9	67,7	65,7	64,0	62,3	53,5	52,5	50,5			
31	87,1	84,9	92,0	94,5	95,1	97,0	98,1	97,5	95,8	93,2	93,7	90,3	94,1	67,6	76,8	75,3	72,2			
32	64,9	65,6	69,0	70,5	67,4	68,2	69,9	70,1	70,3	69,8	70,0	70,0	69,6	69,7	66,8	66,7	65,4			
33	82,6	80,0	90,1	83,8	84,5	83,0	83,5	82,5	81,8	79,7	80,9	84,0	83,3	80,5	77,9	77,7	77,8			
34	80,0	81,0	90,5	83,5	86,5	83,5	83,7	83,5	82,5	82,7	84,4	84,0	85,2	87,5	76,2	74,9	72,7			
35	71,7	71,6	80,4	91,8	92,0	93,1	95,7	96,5	95,5	98,3	96,1	96,5	93,3	87,8	68,7	67,5	64,9			
36	57,8	59,7	71,7	80,0	74,8	71,2	71,0	76,5	74,3	74,0	77,0	76,0	76,3	76,2	60,8	56,0	50,7			
37	65,2	65,4	67,1	76,7	71,9	72,7	75,2	70,0	71,3	71,4	69,9	70,8	62,7	64,5	66,7	64,7	67,5			
38	62,1	61,3	69,0	68,0	68,8	68,3	70,6	69,3	69,2	70,2	69,9	71,5	71,1	74,6	64,7	59,7	60,3			
39	71,0	68,0	70,5	78,0	80,0	79,0	81,0	82,0	83,0	82,0	83,5	83,0	84,0	78,0	72,0	68,0	68,0			

Arterieller Mitteldruck (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen											Liegen				
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
1	101,5	101,5		137,2	137,2	137,2	137,9	132,2	132,2	127,2	130,1	130,1	127,9	127,9	131,5	123,7	123,7	115,8	
2	117,2	111,5		125,8	118,7	118,7	123,7	121,5	117,2	117,2	115,1	110,8	112,9	115,1	108,7	106,5	105,6	105,8	
3	102,7	109,4		99,4	105,1	110,8	113,6	115,8	117,9	120,8	115,1	115,8	113,6	113,6	110,1	115,1	112,2	117,2	
4		92,2		90,8	97,2	100,8	105,1	108,6	110,8	110,8	103,6	108,6	105,1	105,1	102,2	96,5	93,7	93,7	
5	95,1	100,1		105,1	108,6	108,6	110,8	110,6	112,9	112,9	112,9	110,1	117,9	117,9	107,2	110,1	107,2	110,1	
6	105,8	108,0		106,5	112,2	112,2	122,2	117,2	107,2	107,2	109,4	111,5	111,5	115,1	118,7	113,0	110,1	108,0	
7	100,1	109,4		105,1	100,9	102,9	102,9	102,9	100,8	102,9	100,8	100,8	100,8	102,9	101,5	105,8	103,0	101,5	
8	96,5	97,2		97,2	97,2	95,1	97,9	102,2	90,8	90,8	102,2	104,4	95,1	95,1	95,8	95,8	95,8	98,7	
9	99,4	99,4		104,4	97,2	102,9	102,9	105,1	105,1	100,1	105,1	97,9	112,9	102,9	100,1	113,7	109,4	107,2	
10	90,1	90,1		75,8	85,8	91,5	94,4	99,4	97,2	96,5	91,5	96,5	96,5	95,8	95,8	85,8	83,7	83,7	
11	81,5	77,2		95,8	92,9	72,9	72,9	72,9	78,6	90,1	90,1	115,1	95,8	105,1	103,7	113,7	115,8	103,7	
12	107,2	97,2		105,1	107,9	108,6	107,9	105,8	110,1	108,6	110,8	107,9	97,9	105,1		87,2	81,5	81,5	
13	98,7	103,7		111,5	111,5	110,1	113,7	111,5	107,2	109,4	107,2	109,4	107,2	107,2	100,8	100,8	98,0	98,0	

Arterieller Mitteldruck (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
14	109,4	101,5	92,9	92,9	104,4	112,2	114,4	111,5	113,7	116,5	112,2	109,4	109,4	105,8	104,4	103,7	100,8	
15	115,8	115,8	110,1	114,4	117,2	119,4	115,1	121,5	122,2	121,5	120,1	122,2	119,4	120,8	118,7	118,7	113,7	
16	105,8	98,7	105,1	107,9	108,6	102,9	105,8	102,9	105,8	92,9	102,9	100,1	102,9	95,8	98,0	105,8	101,5	
17	87,2	86,5	97,2	89,4	94,4	94,4	84,4	84,4	94,4	89,4	91,5	97,2	95,1	98,0	98,0	90,1	90,1	
18		99,4	102,9	107,9	105,1	110,8	105,8	112,9	113,6	110,8	107,9	112,9	110,8	119,4	114,4	116,5	111,5	
19	82,2	82,2	77,9	73,6	72,9	85,8	92,9	95,8	102,9	100,7	105,1	109,4	107,9	107,9	111,5	105,8	101,5	
20	103,7	100,8	108,7	107,2	105,1	109,4	109,4	106,5	108,7	99,3	106,5	111,5	106,5	98,0	98,7	98,0	95,8	
21	113,0	108,7	105,1	114,4	102,9	107,9	97,9	92,9	92,9	100,1	95,1	95,1	92,9	106,5	106,5	109,4	105,8	
22	104,4	107,2	97,9	77,9	82,9	75,8	85,1	75,8	80,8	82,9	80,1	77,9	82,9	97,2	99,4	99,4	102,2	
23	105,8	108,0	111,5	107,2	112,2	111,5	116,5	97,9	107,2	100,8	102,2	87,2	87,2	88,0	95,8	109,4	103,0	
24	88,7	91,5	97,9	92,9	95,1	87,2	90,1	90,8	90,8	90,8	87,9	90,1	87,9	112,9	95,8	85,8	88,7	
25	87,2	92,2	90,1	75,8	75,8	80,8	85,8	92,2	85,8	85,8	80,8	78,6	80,8	99,4	91,5	96,5	106,5	
26	106,5	104,4	103,6	105,8	107,2	107,9	105,1	111,5	105,8	105,1	94,4	97,2	97,2	97,2	104,4	107,2	106,5	

Arterieller Mitteldruck (mm Hg) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen		Liegen				
	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	10'
27	87,6		101,4	96,5	97,2	95,6	95,3	94,7	98,8 96,9
28	104,1		106,2	104,9	100,7	104,5	101,5	105,3	102,3 100,6
29	95,9		102,8	99,9	102,6	102,1	105,6	100,8	100,8 102,9
30	97,1		109,5	91,6	99,5	96,2	95,6	95,8	105,5 98,1
31	106,1		112,2	114,3	118,5	119,1	118,3	118,3	112,8 104,9
32	92,6		101,5	97,1	100,5	99,1	103,5	104,1	104,6 94,1
33	96,6		97,5	99,3	96,9	97,8	99,5	97,2	102,9 98,3
34	83,6		94,3	89,6	93,2	90,0	87,0	88,8	84,3 88,6
35	87,2		103,2	93,3	96,3	95,3	98,0	97,6	88,8 86,1
36	91,9		112,6	101,6	103,3	106,6	108,8	105,3	95,2 92,4
37	94,8		105,8	100,2	97,2	99,6	100,8	103,6	94,7 101,2
38	96,8		134,5	114,2	110,9	105,2	106,2	105,1	105,9 94,6

Arterieller Mitteldruck (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen			Liegen										
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	80,1	79,4	72,9	72,9	70,8	81,5	79,4	75,1	70,1	75,1	77,2	77,2	79,4	88,7	81,5	79,4	82,2
2	110,1	117,3	121,6	126,6	124,4	122,3	123,0	117,3	124,4	115,1	117,3	120,1	120,1	109,4	119,4	114,4	116,6
3	90,1	95,1	100,8	101,5	98,7	91,5	96,5	96,5	96,5	91,5	98,7	98,7	95,8	107,3	95,8	95,8	93,7
4	93,7	93,7	91,5	91,5	91,5	96,5	98,7	98,7	98,7	98,7	100,8	105,8	101,5	95,8	100,8	98,7	101,5
5	111,5	101,5	113,0	108,0	103,7	110,8	112,3	117,3	110,1	110,1	117,3	122,3	120,1	112,3	112,3	114,4	100,1
6	122,3	124,4	126,6	124,4	122,3	124,4	126,6	124,4	126,6	129,4	129,4	126,6	128,7	116,6	121,6	124,4	126,6
7	110,9	118,0	133,8	120,2	113,0	119,5	113,0	120,2	117,3	117,3	122,3	124,5	122,3	115,9	115,2	120,2	115,9
8	110,1	115,1	120,1	108,7	111,5	109,4	115,8	115,8	116,5	118,7	110,8	115,1	115,1	124,4	122,3	120,1	119,4
9	103,0	105,1	86,5		91,5	86,5	86,5	86,5	86,5	89,4	89,4	86,5	89,4	88,0	95,8	98,0	98,0
10	124,4	141,6	137,3	128,7	124,4	128,7	133,7	130,9	133,7	131,6	127,3	130,1	130,1	138,7	138,7	138,7	132,3
11	88,7	90,8	94,4	89,4	89,4	87,2	82,2	87,2	82,2	85,1	87,2	87,2	85,1	98,0	89,4	89,4	93,7
12	100,1	111,6	109,4	98,0	108,0	104,4	100,1	104,4	104,4	112,3	104,4	104,4	111,6	125,9	118,7	107,3	113,7
13	100,1	111,5	118,7	105,8	104,4	117,3	115,8	115,8	118,0	115,8	113,0	115,8	108,7	115,8	113,0	113,0	113,0

Arterieller Mitteldruck (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
14	98,0	95,8	98,7	95,8	95,8	98,0	98,0	100,1	103,0	100,8	103,7	105,8	105,8	100,1	98,0	100,1	98,0	
15	130,2	130,2	125,9	121,6	116,6	114,4	117,3	114,4	111,6	111,6	109,4	113,0	115,1	125,2	136,6	141,6	147,3	
16	125,9	123,7	110,1	112,3	113,0	110,1	110,1	112,3	113,0	110,1	107,3	110,1	110,1	123,7	123,7	128,0	128,0	
17	103,0	103,0	108,0	101,5	101,5	103,0	103,7	105,8	108,0	105,8	113,0	110,8	110,1	100,1	110,1	100,1	105,1	
18	114,4	123,0	112,3	113,0	113,0	113,0	112,3	112,3	117,9	115,8	111,5	118,0	113,0	113,0	115,1	104,4	103,0	
19	108,7	114,4	100,1	98,0	114,4	114,4	112,3	102,3	104,4	102,3	102,3	104,4	109,4	118,7	118,7	116,6	109,4	
20	98,0	100,1	85,8	81,5	88,7	93,7	90,8	93,7	95,8	93,7	95,8	95,1	98,0	93,0	100,1	100,1	100,1	
21	112,3	112,3	91,5	81,5	83,7	81,5	83,7	81,5	88,7	88,7	91,5	83,7	83,7	106,6	103,7	103,7	106,6	
22	95,8	100,8	87,9	87,9	83,7	85,8	88,7	83,7	88,7	93,7	88,7	88,7	85,8	105,1	105,1	100,8	95,8	
23	111,6	108,7	101,6	103,7	107,3	110,1	116,6	111,6	121,6	123,7	123,7	123,7	118,7	114,4	119,4	113,7	108,7	
24	104,4	108,7	107,3	110,1	111,6	116,6	116,6	116,6	116,6	121,6	118,7	116,6	118,7	111,6	113,7	113,7	115,9	
25	135,2	138,0	130,2	127,3	134,5	129,5	131,6	128,7	130,2	126,6	125,2	127,3	123,7	131,6	127,3	123,7	125,9	
26	100,1	95,8	103,7	108,0	108,0	110,1	101,5	105,8	108,0	110,8	109,4	103,0	108,0	114,4	104,4	100,1	93,0	

Arterieller Mitteldruck (mm Hg) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
27	112,3	123,7	122,3	117,3	115,1	121,6	122,3	123,7	119,4	114,4	121,6	114,4	118,0	122,3	133,0	128,0	123,7	
28	125,2		127,3	126,6	126,6	123,7	116,6	120,9	118,7	112,3	116,6	126,6	120,1	115,1		115,9	111,6	
29	82,9	82,9	85,8	100,8	85,8	87,9	85,8	85,8	105,8	95,1	100,1	90,1	95,8	95,1	101,5	99,4	89,4	
30	143,0	133,0	130,8	118,0	113,0	113,7	103,7	101,5	106,5	109,4	101,5	108,7	111,5	128,7	137,7	139,5	138,0	
31	101,5	95,8	106,5	111,5	108,7	106,5	110,1	105,8	112,2	112,2	107,2	110,1	108,7	89,4	97,2	93,7	94,4	
32	120,1	127,3	112,3	110,8	118,0	113,0	115,1	115,8	113,0	113,7	113,0	115,8	110,8	120,9	126,6	122,3	122,3	
33	125,1	127,3	136,6	125,8	130,1	129,4	115,8	123,7	119,4	117,2	124,4	128,7	126,5	122,3	122,3	122,3	126,6	
34	108,7		95,1	98,0	105,8	98,0	101,5	105,8	100,1	95,8	103,7	100,1	100,1	112,3	113,7	109,4	104,4	
35	108,0	110,8	95,1	95,1	97,9	100,8	105,1	100,8	104,4	95,1	105,8	100,8	110,1	110,8	103,7	106,5	103,0	
36	90,8	90,8	93,0	98,0	103,7	93,7	93,7	105,8	96,5	93,7	93,7	96,5	100,8	106,6	99,4	95,1	84,4	
37	112,3	113,7	127,3	127,3	128,7	124,4	115,8	108,7	115,8	111,5	115,1	108,0	110,8	115,8	107,3	98,0	98,0	
38	101,5	101,5	101,5	107,2	104,4	106,5	103,7	104,4	106,5	103,7	106,5	109,4	103,7	105,8	105,8	98,7	98,7	
39	118,7	114,4	91,5	98,7	102,9	99,4	98,0	98,7	98,0	105,8	98,7	96,5	91,5	117,3	113,0	118,7	104,4	

Schlagvolumen (ml) Nr. 1 - 13 der jungen Probanden

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen			Liegen										
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	117,2	126,0	104,8	93,2	78,5	89,0	80,8	77,5	74,8	82,4	86,6	74,1	79,8	136,5	125,1	128,2	129,1
2	133,9	132,6	85,5	90,2	80,8	81,0	80,8	77,4	75,9	71,2	72,0	64,7	65,7	114,2	149,4	145,7	141,3
3	136,7	127,3	99,8	73,8	73,1	67,9	72,6	71,8	71,8	73,7	76,5	76,7	72,3	118,0	131,6	144,8	152,8
4	107,9	102,4	75,9	67,5	60,8	60,3	58,7	62,1	60,1	56,1	60,1	59,1	64,2	124,4	103,5	107,3	100,1
5	54,0	55,4	38,3	37,4	37,2	40,2	38,0	39,7	42,3	41,8	41,2	39,1	39,6	64,1	65,9	68,5	67,2
6	97,4	92,5	88,1	81,8	80,1	84,4	83,1	83,8	82,9	82,8	90,9	90,9	81,0	85,7	115,0	124,9	114,7
7	102,0	104,9	74,1	63,4	51,3	52,4	48,1	50,5	48,8	49,4	48,6	44,0	48,5	104,2	108,5	117,5	110,0
8	129,2	126,5	69,9	61,6	59,3	59,5	62,5	61,4	60,6	57,4	56,2	58,5	55,7	148,6	138,4	139,7	129,7
9	142,7	138,2	92,6	76,0	78,4	74,3	76,2	76,0	64,2	68,0	65,4	64,5	63,4	152,3	153,0	158,1	142,1
10	117,3	122,5	69,5	65,5	56,7	57,2	53,9	55,3	51,5	48,6	49,2	56,8	63,2	93,2	124,1	115,9	109,4
11	101,8	95,4	40,2	31,7	44,5	36,3	30,0	33,0	26,8	27,9	38,0	35,0	36,5	104,7	98,3	94,8	94,7
12	91,0	98,4	49,0	55,9	53,2	52,8	48,3	49,8	44,8	45,1	44,6	47,3	42,6	86,9	91,5	96,3	84,3
13	118,9	141,9	75,7	84,2	77,9	68,6	73,0	58,7	72,8	74,6	61,2	57,1	54,7	127,2	150,0	150,3	153,2

Schlagvolumen (ml) Nr. 14 - 26 der jungen Probanden

Pro- band Nr.	Liegen					Stehen					Liegen						
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14	125,7	129,4	66,2	78,3	76,2	80,2	72,6	71,4	60,8	76,1	72,7	60,7	64,3	131,5	130,3	109,8	141,2
15	103,6	104,8	64,1	47,5	56,7	47,6	52,7	52,1	50,4	48,2	52,4	53,5	54,5	125,8	96,2	121,9	100,7
16	147,0	142,0	60,8	48,7	53,5	58,3	56,2	56,0	56,5	56,0	51,3	47,3	51,6	112,3	131,3	132,8	127,4
17	112,2	108,4	76,5	83,3	78,9	73,5	79,3	67,2	71,9	94,0	78,9	76,9	68,9	117,8	128,9	141,4	142,0
18		128,2	66,7	69,5	69,9	65,7	68,9	60,5	67,8	64,0	63,2	59,5	56,6	112,5	118,7	121,5	129,0
19	151,7	152,7	84,8	72,4	69,4	71,2	74,8	69,9	75,6	70,8	69,9	73,1	67,6	159,0	160,2	159,1	148,5
20	95,0	88,2	62,5	63,5	69,7	65,1	59,4	63,2	73,9	73,3	60,7	72,0	64,2	117,6	99,8	98,0	95,6
21	144,5	142,7	80,6	68,6	61,8	67,3	58,8	52,7	63,7	52,4	50,2	58,4	40,9	139,0	147,4	148,0	155,1
22	90,8	92,5	47,5	40,0	36,5	39,0	38,7	43,3	36,5	39,9	40,4	37,2	36,1	139,3	100,8	100,6	94,7
23	123,1	131,6	88,4	84,7	82,5	85,4	80,3	83,4	65,7	66,4	69,2	70,8	71,0	133,6	166,7	176,9	138,6
24	147,1	139,0	65,2	56,4	52,9	56,9	55,2	48,5	54,8	54,6	52,3	53,1	49,7	134,2	138,9	138,8	142,0
25	122,8	125,3	77,1	43,6	41,9	48,3	48,9	41,5	45,7	40,7	36,9	40,1	39,5	118,9	142,5	140,1	137,0
26	79,2	86,2	49,2	44,1	44,4	39,7	45,2	43,2	45,0	47,3	42,2	44,8	42,8	85,8	107,1	105,4	90,8

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen				Stehen				Liegen			
	6'				0'	1'	2'	3'	4'	5'	0'	10'
27	148,1				92,1	62,1	65,2	61,5	61,3	46,4	126,7	155,9
28	140,9				72,1	49,9	61,3	53,1	56,5	60,1	153,1	143,3
29	115,3				56,2	54,8	53,3	52,5	51,2	50,2	138,0	118,0
30	89,7				68,2	63,1	56,1	62,1	57,5	58,9	121,4	85,0
31	117,1				98,5	71,8	69,3	71,6	68,5	69,0	112,4	136,6
32	163,8				135,6	104,6	94,7	94,7	91,3	92,6	131,1	158,8
33	98,1				80,9	59,4	49,5	48,9	46,9	44,0	95,2	82,9
34	91,5				54,2	42,0	44,8	43,9	41,7	38,6	100,4	96,0
35	111,0				65,6	51,0	41,5	43,5	39,5	39,1	155,4	103,6
36	172,5				121,0	72,1	71,3	62,6	64,2	60,9	161,6	183,5
37	157,5				136,3	89,4	83,6	78,6	77,4	79,4	190,4	148,0
38	150,0				82,2	125,3	88,4	87,1	84,4	79,9	142,3	149,7

Schlagvolumen (ml) Nr. 1 - 13 der ältesten Probanden

Pro-band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	56,2	58,2		49,0	40,0	50,2	45,0	46,4	44,8	45,2	40,4	44,2	40,3	43,2	57,7	67,9	55,2	55,5
2	56,7	56,0		43,1	43,1	46,2	46,6	42,3	44,0	42,4	44,0	40,6	41,7	42,8	44,8	55,7	65,9	53,9
3	59,2	57,2		44,9	31,2	39,1	39,5	40,2	44,0	39,7	34,0	38,2	40,3	37,6	68,9	57,7	57,5	60,5
4	73,6	65,9		70,6	67,7	65,9	65,0	70,0	64,2	61,5	58,0	61,5	65,9	62,6	80,2	74,5	72,8	69,7
5	102,4	104,3		69,9	58,6	62,2	57,7	57,8	59,7	58,6	55,3	56,2	56,1	53,2	113,0	104,6	108,5	108,2
6	70,4	69,0		46,6	47,3	45,3	41,4	41,5	42,4	41,6	48,6	44,9	43,4	42,3	81,5	70,2	66,8	64,5
7	73,0	73,0		45,2	55,7	55,6	48,0	47,4	48,0	53,0	48,3	51,1	48,0	42,9	99,2	81,0	79,5	78,4
8	87,3	89,1		58,9	51,4	45,9	46,7	48,0	45,2	46,0	42,7	46,2	46,8	40,8	89,5	86,5	83,0	83,1
9	82,3	81,1		43,3	52,1	43,2	48,3	47,9	46,3	46,5	44,8	43,9	47,0	43,4	70,5	73,3	86,1	77,2
10	90,4	93,1		81,1	60,0	65,5	62,9	63,5	60,8	53,9	54,9	56,3	54,9	50,8	92,5	87,4	83,7	70,5
11	61,8	70,0		84,4	51,6	44,8	72,7	64,6	59,8	61,6	55,0	59,1	54,3	51,1	56,7	73,9	70,5	54,7
12	53,5	56,3		72,1	66,0	70,0	66,8	66,6	65,3	67,5	69,7	68,8	62,5	62,7	61,3	51,3	49,6	52,0
13	52,0	41,9		28,5	28,7	30,9	28,6	31,9	30,0	27,5	29,0	31,6	28,8	29,8	44,0	46,9	43,4	46,0

Schlagvolumen (ml) Nr. 14 - 26 der alten Probanden

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14	120,2	110,9		76,0	74,9	64,2	62,2	58,2	55,7	62,9	56,2	55,8	48,9	53,9	128,4	129,2	122,6	127,7
15	75,2	80,5		61,1	51,9	57,3	57,6	52,1	53,6	57,9	55,3	58,2	54,3	52,6	81,8	82,7	74,7	69,3
16	106,7	109,4		77,8	69,0	64,9	72,4	66,8	75,9	61,5	72,4	73,2	67,8	74,0	85,8	91,6	93,8	87,9
17	71,9	69,0		58,0	52,0	51,9	54,9	53,6	56,6	51,5	55,6	57,5	56,9	55,0	80,0	79,0	83,8	80,8
18	101,9	79,6		58,3	64,4	60,0	60,3	56,9	57,9	60,9	62,3	57,2	58,8	54,5	82,2	82,9	93,7	71,7
19	39,9	36,7		31,5	45,3	32,5	31,9	32,2	31,0	31,4	29,5	30,8	30,6	31,6	51,9	40,8	41,5	34,1
20	63,8	64,3		47,7	54,0	51,5	53,5	52,0	54,8	54,4	53,1	50,9	54,6	50,8	116,2	86,6	78,8	62,7
21	99,8	100,7		60,2	42,3	38,0	38,7	39,5	36,6	39,6	40,3	40,4	38,3	39,6	91,8	90,8	100,5	89,9
22	67,3	89,1		50,3	50,7	55,4	61,1	53,8	47,8	51,2	50,1	51,5	53,0	47,3	95,3	93,9	77,8	65,4
23	40,1	39,8		38,2	45,6	47,1	45,0	44,6	43,2	40,6	40,4	41,9	40,8	37,3	48,0	45,0	50,6	45,4
24	80,4	82,9		63,8	57,9	58,3	52,5	51,0	55,0	57,2	50,5	55,9	52,0	54,7	83,0	80,1	83,2	83,6
25	68,6	67,1		38,5	53,4	52,9	55,7	52,9	56,5	51,6	54,6	55,1	55,0	57,3	79,7	84,0	72,3	63,6
26	43,6	45,6		37,5	42,1	51,6	44,6	46,3	46,0	44,6	49,5	41,3	45,4	40,6	57,9	48,5	48,4	56,1

Schlagvolumen (ml) Nr. 27 - 39 der alten Probanden

Pro- band Nr.	Liegen					Stehen					Liegen									
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'
27	56,8	60,4	46,6	44,5	48,2	37,3	41,0	43,8	51,8	51,1	45,6	49,1	47,5	58,2	50,1	66,7	71,0			
28	53,0	50,5	49,6	44,7	44,2	43,8	45,0	43,2	44,5	45,2	45,2	45,3	46,3	58,2	51,3	60,2	52,5			
29	73,6	60,7	60,1	54,0	63,4	66,4	70,8	71,9	64,8	65,4	63,4	64,5	66,9	83,0	100,3	88,7	60,5			
30	83,7	79,9	45,2	51,5	47,3	55,6	50,7	37,4	47,1	48,7	50,5	49,6	49,3	65,4	83,2	85,3	82,2			
31	93,3	108,0	49,2	51,7	47,7	49,5	50,2	52,0	53,2	51,4	52,3	52,3	47,7	111,1	103,5	102,4	105,7			
32	64,0	73,8	69,0	62,6	56,4	51,7	51,2	50,8	50,3	51,5	51,6	50,6	51,2	89,3	96,6	75,2	65,2			
33	52,0	57,2	36,6	40,1	35,6	36,7	37,5	36,3	38,0	37,8	34,5	36,0	34,5	56,5	65,8	58,3	53,8			
34	52,4	55,8	54,5	54,3	50,3	52,8	52,7	48,2	49,9	51,7	50,5	48,8	46,6	51,4	60,5	62,2	58,4			
35	130,4	126,9	60,5	45,0	47,6	41,4	43,7	41,3	43,3	43,1	44,4	40,4	44,3	115,6	120,5	127,6	125,6			
36	75,5	65,8	57,5	48,8	54,0	54,9	56,8	50,7	56,0	56,0	52,0	52,5	52,3	76,7	85,5	85,0	84,8			
37	73,5	64,3	62,3	62,1	62,4	61,5	51,6	57,5	54,0	54,6	60,8	55,6	69,7	74,2	63,3	59,4	53,2			
38	72,6	83,1	70,2	76,3	74,5	70,3	67,4	67,9	67,9	67,5	63,4	62,4	64,6	89,1	83,3	94,6	80,5			
39	50,5	51,1	44,0	49,1	45,3	44,8	43,3	42,8	41,9	40,9	40,0	43,4	42,3	56,3	60,7	59,3	56,4			

Herzminutenvolumen (l/min) Altersgruppe I

Liegen

Stehen

Pro-
band
Nr.

	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	7,287	8,442	8,911	6,709	6,472	6,010	6,385	6,611	6,468	6,692	6,776	6,377	6,849	10,247	8,343	8,037	7,656
2	8,102	8,128	9,362	6,312	5,484	5,524	5,575	5,286	5,427	5,339	5,406	5,227	5,271	7,203	9,037	8,683	8,263
3	8,746	8,173	8,452	6,104	5,904	5,765	6,112	5,793	5,672	6,356	5,913	6,172	6,458	8,767	8,816	9,078	8,839
4	8,533	8,420	8,627	4,522	4,543	4,933	4,756	4,593	4,477	4,787	4,879	4,981	5,038	8,062	7,141	7,134	6,574
5	4,915	4,794	4,474	4,041	4,051	3,856	3,992	4,212	4,395	4,472	4,450	4,372	4,263	5,611	5,473	5,255	4,889
6	5,229	5,733	6,696	5,440	5,514	5,780	5,609	5,655	5,779	5,795	6,246	5,772	5,850	5,868	6,473	6,619	5,714
7	6,335	6,787	5,918	5,175	5,014	4,770	4,296	4,700	4,621	4,693	4,556	4,434	4,788	6,546	7,595	7,663	6,520
8	10,030	9,730	7,387	6,006	5,604	6,009	6,064	5,525	5,516	5,523	5,605	5,905	5,613	10,889	10,614	9,824	9,147
9	7,662	9,219	8,027	5,991	6,197	6,762	5,869	6,053	5,779	6,596	6,111	5,966	5,765	10,660	8,918	9,373	8,182
10	6,988	6,958	6,408	4,979	4,692	4,834	4,865	4,582	4,348	4,482	4,527	4,769	5,211	7,392	7,198	6,582	6,204
11	7,958	7,991	4,038	3,478	3,977	3,621	3,440	3,584	3,212	3,273	3,872	3,821	3,824	6,385	7,251	6,396	5,228
12	7,347	7,084	5,442	4,592	4,468	4,655	4,494	4,616	4,050	4,132	4,489	4,418	3,811	6,766	6,936	7,176	6,104
13	8,004	7,635	7,502	5,640	5,411	5,471	5,342	5,254	5,556	5,406	5,255	5,227	5,197	7,673	8,179	8,416	7,458

Herzminutenvolumen (l/min) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Stehen			Liegen													
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14	10,366	9,161	6,567	6,576	6,224	6,258	5,659	6,403	6,384	6,531	5,390	6,293	5,156	10,453	10,842	10,128	10,127
15	7,356	6,916	6,182	3,609	4,905	4,709	5,331	5,091	4,786	4,695	4,604	5,126	5,125	8,883	6,731	7,398	7,333
16	9,995	10,646	7,156	5,377	6,158	6,080	5,899	6,011	5,592	5,502	5,529	4,768	5,525	6,805	9,324	7,214	1,854
17	7,347	8,033	7,428	6,259	6,404	5,404	6,461	5,500	5,896	6,983	7,157	6,558	6,248	8,162	7,992	8,283	8,335
18		7,830	7,273	5,906	4,788	5,911	5,582	5,096	5,549	5,263	5,817	5,555	5,601	7,483	7,836	7,924	6,914
19	7,675	7,969	6,767	5,244	5,670	5,219	5,584	5,088	6,083	5,397	4,856	5,138	5,744	8,647	7,881	8,115	7,529
20	7,061	6,541	6,073	4,365	5,425	5,794	5,463	5,949	6,100	6,086	5,612	5,717	5,781	7,818	7,552	7,008	6,643
21	9,220	9,489	7,798	6,110	5,622	5,352	5,392	5,328	5,234	4,982	5,089	4,873	4,570	7,813	1,990	9,008	3,211
22	6,738	6,530	4,537	3,983	3,758	3,932	4,035	4,108	3,962	4,093	4,391	3,912	4,030	8,901	7,764	7,426	6,080
23	8,040	8,262	7,891	7,805	8,148	7,597	7,601	8,032	6,746	6,706	6,670	6,174	5,180	8,284	8,252	8,971	8,081
24	8,251	8,157	5,596	4,499	4,589	4,977	5,075	4,349	4,386	4,737	4,249	4,153	4,511	8,323	7,194	7,953	7,198
25	6,955	7,417	5,522	3,412	3,797	3,416	3,682	3,526	3,922	3,314	3,460	3,326	3,800	7,025	7,708	7,548	7,561
26	4,517	4,633	3,203	3,396	3,266	3,216	3,523	3,323	3,555	3,783	3,354	3,856	3,274	4,892	5,247	5,166	4,769

Herzminutenvolumen (l/min) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen							Liegen	
	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	10'	0'	10'
27	9,478		7,727	5,868	6,011	6,002	5,983	4,278		9,224	9,681
28	9,821		5,566	4,057	4,916	4,444	4,509	4,796		10,350	9,300
29	7,368		5,328	5,305	5,341	5,324	5,207	5,191		7,728	6,856
30	5,238		5,313	5,540	5,397	5,726	5,457	5,431		6,956	4,888
31	7,202		7,003	5,162	5,225	5,069	5,322	5,281		7,396	8,401
32	8,878		9,221	6,726	6,250	6,430	6,090	5,945		8,810	8,242
33	5,484		5,606	4,307	4,178	4,173	4,390	4,334		5,445	4,692
34	5,746		4,602	3,683	3,701	3,701	3,861	3,420		6,375	5,674
35	7,237		5,445	4,151	3,951	3,932	3,938	3,918		9,324	6,485
36	7,314		7,647	4,687	4,870	4,661	4,661	4,335		8,759	7,322
37	7,655		7,646	5,990	6,454	5,966	6,525	6,122		9,729	7,104
38	9,030		7,645	6,942	6,197	6,350	6,203	6,224		8,524	8,278

Herzminutenvolumen (l/min) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Stehen										Liegen						
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	3,814	3,873	3,819	3,945	4,431	3,952	4,214	3,900	3,876	3,537	3,889	3,628	3,953	4,577	4,381	3,645	3,968
2	4,011	3,917	3,361	3,405	3,477	3,563	3,267	3,409	3,393	3,388	3,246	3,365	3,441	3,586	3,955	4,360	3,554
3	3,306	3,322	3,162	1,936	2,14	2,654	2,626	3,032	2,701	2,315	2,722	2,800	2,657	4,906	3,503	3,437	3,444
4	5,043	4,478	5,042	5,061	5,092	5,104	5,252	5,087	4,892	4,583	4,892	5,177	4,942	6,161	4,931	4,808	4,463
5	6,071	5,527	4,348	3,811	3,746	3,633	3,127	3,734	3,666	3,481	3,654	3,507	3,376	6,632	5,388	5,587	5,252
6	4,278	4,235	3,261	3,230	3,100	2,800	3,015	2,986	3,002	3,332	3,143	3,065	3,032	5,550	4,357	3,728	3,872
7	3,926	4,381	3,505	3,739	3,476	3,120	3,060	3,265	3,300	3,200	3,257	3,193	2,744	6,913	4,956	4,611	4,232
8	6,047	6,290	4,338	3,792	3,550	3,664	3,437	3,136	3,539	3,840	3,707	3,675	3,569	7,563	6,602	5,812	5,629
9	4,841	4,327	2,833	3,543	3,262	3,248	3,233	3,170	3,162	3,094	3,103	3,197	2,950	4,724	4,807	5,311	4,132
10	5,714	5,567	5,586	4,160	4,456	4,357	4,296	4,188	3,747	3,841	3,904	3,796	3,545	6,734	5,307	4,989	4,238
11	3,422	3,515	5,352	3,302	2,224	4,577	3,994	4,033	4,034	3,831	4,147	3,779	3,629	3,819	3,366	3,679	2,315
12	3,218	3,309	3,603	4,321	4,448	4,274	4,124	4,064	4,173	4,368	4,255	4,052	3,992	3,661	3,111	3,035	3,150
13	3,404	3,306	2,512	2,516	2,708	2,514	2,617	2,447	2,338	2,494	2,548	2,632	2,488	3,634	3,411	3,288	3,438

Herzminutenvolumen (l/min) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Stehen					Liegen											
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14	6,107	5,967	5,221	4,446	4,161	3,782	3,670	3,391	3,741	3,453	3,640	3,240	3,335	7,706	6,588	6,166	6,030
15	5,611	5,712	5,108	4,057	4,530	4,419	3,933	4,165	4,184	4,178	4,501	4,085	3,999	6,096	5,732	5,456	4,761
16	5,977	6,124	3,998	3,745	3,776	4,113	3,733	3,932	3,393	3,925	3,843	3,918	4,064	5,045	5,238	5,208	4,529
17	4,801	4,609	4,138	3,977	3,644	3,807	3,789	3,960	3,692	3,836	4,207	4,045	3,952	5,497	5,513	5,318	5,335
18	8,513	7,099	5,700	5,985	5,643	5,713	5,121	5,366	5,982	5,899	5,578	5,834	5,505	7,932	7,033	7,546	5,811
19	2,534	2,351	2,094	3,177	2,437	2,344	2,370	2,297	2,350	2,185	2,346	2,313	2,428	3,412	2,585	2,520	2,114
20	5,209	5,276	4,328	5,018	4,596	4,368	4,652	4,981	4,966	4,650	4,626	4,614	4,548	8,714	6,813	6,053	4,812
21	5,957	5,858	3,518	2,917	2,700	2,648	2,734	2,536	2,849	2,778	2,761	2,698	2,543	6,555	5,377	5,609	4,909
22	4,658	6,148	3,655	4,164	4,650	4,964	4,419	4,135	4,324	4,270	4,305	4,549	4,026	7,205	6,555	5,368	4,371
23	2,828	3,161	2,980	3,747	3,812	3,790	3,836	3,492	3,379	3,407	3,505	3,351	3,177	4,102	3,422	3,910	3,333
24	3,505	3,587	2,999	2,769	2,723	2,519	2,436	2,618	2,683	2,447	2,722	2,649	2,715	3,808	3,485	3,567	3,563
25	4,903	4,732	3,611	4,386	4,381	4,385	4,102	4,449	4,171	4,440	4,484	4,457	4,768	6,720	6,075	5,203	4,631
26	2,745	2,623	2,735	3,281	3,933	3,447	3,559	3,497	3,510	3,981	3,328	3,644	3,273	3,428	3,277	3,221	3,140

Herzminutenvolumen (l/min) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Stehen						Liegen										
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
27	3,524	3,869	3,074	3,153	3,292	2,737	2,798	3,021	3,446	3,436	3,247	3,399	3,307	4,302	3,674	3,914	3,960
28	2,872	2,947	3,127	3,058	3,020	2,933	3,004	2,902	3,014	2,983	3,055	3,002	3,154	3,596	3,244	3,195	2,854
29	4,343	3,689	4,318	3,914	4,251	4,485	4,565	4,731	4,351	4,389	4,281	4,272	4,548	5,991	5,919	5,253	3,586
30	4,353	4,377	3,010	3,465	3,256	3,776	3,551	2,736	3,449	3,309	3,420	3,261	3,154	4,072	4,450	4,478	4,141
31	8,126	9,173	4,530	4,889	4,632	4,804	4,926	5,070	5,093	4,795	4,904	4,813	4,485	7,512	7,952	7,712	7,679
32	4,153	4,839	4,764	4,415	3,801	3,523	3,575	3,558	3,538	3,595	3,614	3,544	3,562	6,226	6,450	5,013	4,257
33	4,292	4,579	3,298	3,557	3,011	3,047	3,133	2,993	3,112	3,009	2,779	3,021	2,874	4,547	5,123	4,528	4,182
34	4,195	4,523	4,930	4,538	4,347	4,412	4,413	4,023	4,113	4,276	4,264	4,103	3,074	4,499	4,609	4,662	4,244
35	9,347	9,087	4,863	4,135	4,375	3,852	4,185	3,981	4,139	4,241	4,270	3,808	4,129	10,148	8,280	8,613	8,151
36	4,362	3,927	4,088	3,904	4,038	3,912	4,036	3,877	4,225	4,144	4,007	3,993	3,993	5,848	5,201	4,758	4,299
37	4,141	4,205	4,178	4,759	4,484	4,469	3,882	4,026	3,853	3,897	4,248	3,044	4,373	4,733	4,233	3,842	3,925
38	4,506	5,091	5,394	5,190	5,123	4,801	4,762	4,704	4,679	4,742	4,429	4,461	4,596	6,644	5,391	5,647	4,853
39	3,580	3,480	3,162	3,830	3,620	3,540	3,510	3,600	3,480	3,360	3,340	3,600	3,550	4,400	4,370	4,030	3,720

Peripherer Widerstand (dyn sec/cm²) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	1030	960		1230	1630	1690	1620	1530	1600	1570	1550	1530	1600	1490	1020	1180	1230	1210
2	1150	1070		1070	1500	1730	1790	1740	1770	1720	1720	1630	1720	1740	1200	940	970	1020
3	980	1070		940	1270	1470	1570	1510	1620	1700	1440	1560	1470	1400	1000	1040	990	1050
4		1150		1290	1680	1770	1700	1820	1920	1970	1730	1780	1680	1660	1010	1080	1050	1140
5	1540	1670		1870	2140	2140	2290	2270	2140	2050	2010	1970	2150	2210	1520	1600	1630	1800
6	1610	1500		1270	1650	1620	1690	1670	1510	1480	1510	1420	1540	1570	1610	1390	1330	1510
7	1220	1290		1340	1590	1640	1720	1910	1710	1780	1710	1760	1810	1720	1240	1110	1070	1240
8	770	790		980	1290	1350	1300	1340	1310	1310	1480	1490	1280	1350	700	720	780	860
9	820	860		1040	1290	1330	1210	1430	1380	1380	1270	1280	1510	1420	750	1020	930	970
10	1040	1030		930	1380	1560	1560	1620	1690	1770	1630	1700	1610	1470	1030	950	1010	1080
11	820	770		1870	2130	1460	1610	1690	1750	2240	2200	2370	2000	2190	1300	1250	1440	1580
12	1160	1090		1540	1880	1940	1850	1880	1900	2140	2110	1920	1770	2200		1000	910	970
13	980	1080		1190	1580	1620	1660	1670	1630	1570	1580	1660	1610	1650	1050	980	930	1020

Peripherer Widerstand (dyn sec/cm⁵) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen						Stehen						Liegen					
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
14	840	880	1130	1130	1340	1430	1610	1300	1420	1420	1660	1390	1540	810	770	820	790	
15	1260	1340	1420	2520	1910	2020	1720	1900	2040	2070	2080	1900	1860	1090	1410	1280	1240	
16	840	740	1170	1600	1410	1350	1430	1370	1510	1350	1490	1670	1490	1120	840	1070	1180	
17	950	860	1040	1140	1180	1390	1040	1220	1280	1020	1020	1180	1210	960	980	870	860	
18		1010	1130	1460	1750	1500	1510	1770	1630	1680	1480	1620	1580	1270	1160	1170	1280	
19	850	820	920	1120	1030	1310	1330	1500	1350	1500	1730	1700	1500	1000	1130	1040	1080	
20	1170	1230	1430	1360	1550	1510	1600	1430	1420	1300	1510	1560	1470	1000	1040	1120	1150	
21	980	910	1080	1490	1460	1610	1450	1390	1420	1600	1490	1560	1620	1090	950	970	950	
22	1240	1310	1220	1360	1710	1540	1680	1470	1630	1620	1450	1580	1640	370	1020	1060	1170	
23	1030	1050	1130	1100	1100	1170	1220	970	1270	1200	1220	1130	1340	350	930	970	1020	
24	860	900	1440	1750	1650	1400	1420	1670	1650	1530	1650	1730	1550	1080	1060	860	960	
25	1020	990	1300	1730	1590	1890	1860	2090	1740	2060	1860	1640	1700	1130	950	1020	1120	
26	1100	1800	2550	2480	2620	2680	2380	2680	2370	2220		1950	2370	1590	1590	1660	1780	

Peripherer Widerstand (dyn sec/cm') Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen							Liegen	
	6'	1'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	0'	10'	
27	739	1317	1228	1293	1272	1272	1272	2107	858	801	
28	948	2069	1666	1661	1878	1805	1768		792	866	
29	1049	1505	1600	1538	1532	1626	1554		1043	1202	
30	1484	1327	1786	1477	1346	1401	1411		1214	1604	
31	1179	1774	1432	1815	1895	1780	1775		1256	1056	
32	834	1159	1106	1284	1230	1358	1400		952	913	
33	1411	1847	1548	1858	1890	1810	1810		1515	1676	
34	1163	1955	1938	1943	1948	1804	2075		1055	1249	
35	963	1808	1770	1963	1942	1995	1993		761	1062	
36	1005	1736	1667	1717	1811	1868	1951		869	1009	
37	996	1342	1348	1204	1337	1232	1355		780	1126	
38	856	1317	1729	1430	1326	1368	1350		991	896	

Peripherer Widerstand (dyn sec/cm²) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
1	1670	1630	1520	1470	1270	1650	1500	1540	1440	1690	1580	1700	1600	1550	1480	1740	1650	
2	2190	2390	2890	2970	2860	2740	3000	2740	2930	2710	2880	2850	2770	2430	2410	2090	2620	
3	2170	2240	2540	4180	3010	2750	2930	2540	2850	3150	2890	2810	2880	1740	2180	2220	2170	
4	1480	1670	1450	1440	1430	1510	1500	1550	1610	1720	1640	1630	1640	1240	1620	1640	1810	
5	1470	1470	2070	2260	2210	2430	2340	2510	2400	2520	2560	2780	2840	1350	1660	1630	1520	
6	2280	2340	3100	3070	3150	3430	3350	3320	3360	3100	3290	3290	3390	1680	2230	2660	2610	
7	2250	2150	3050	2530	2590	3060	2950	2940	2670	2930	3000	3110	3560	1340	1850	2080	2180	
8	1450	1460	2210	2290	2510	2380	2540	2540	2630	2470	2390	2500	2570	1310	1480	1650	1600	
9	1700	1740	2440	1740	2220	2100	2140	2180	2180	2300	2300	2160	2420	1490	1570	1470	1600	
10	1740	1930	1960	2470	2230	2360	2480	2490	2850	2730	2600	2730	2930	1640	2030	2220	1660	
11	2030	1900	1410	2160	2440	1520	1640	1730	1630	1770	1680	1840	1870	2050	1940	1910	2560	
12	2480	2690	1870	1110	1940	1950	1940	2050	2000	2050	1960	2060	2230	2740	3040	2820	2870	
13	2350	2690	3770	3360	3080	3650	3530	3780	3940	3710	3540	3510	3480	2570	2640	2740	2620	

Peripherer Widerstand (dyn sec/cm⁵) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14	1280	1280		1510	1720	1840	2070	2130	2360	2200	2330	2270	2610	2530	1040	1190	1300	1300
15	1850	1820		1970	2390	2050	2070	2380	2190	2130	2130	1940	2210	2300	1640	1900	2070	2470
16	1680	1610		2200	2390	2390	2140	2350	2280	2660	2240	2230	2240	2160	1960	1880	1960	2220
17	1710	1780		2080	2040	2220	2160	2180	2130	2330	2200	2140	2190	2220	1450	1650	1430	1570
18	1070	1380		1570	1510	1600	1580	1750	1670	1570	1570	1600	1610	1640	1140	1310	1100	1410
19	3420	3880		3810	2460	3750	3890	3780	3550	3550	3730	3480	3600	3600	2780	3660	3090	4130
20	1500	1510		1580	1300	1540	1710	1560	1500	1540	1610	1650	1640	1720	850	1170	1320	1660
21	1500	1530		2080	2230	2470	2460	2440	2560	2480	2550	2640	2470	2620	1300	1540	1480	1730
22	1640	1310		1920	1690	1440	1380	1600	1610	1640	1750	1640	1560	1700	1160	1280	1500	1750
23	3150	2740		2720	2210	2250	2320	2420	2550	2870	2900	2820	2950	2980	2230	2780	2300	2560
24	2380	2410		2850	3170	3270	3690	3820	3550	3470	3960	3480	3510	3490	2340	2600	2540	2590
25	2200	2330		2880	2320	2450	2360	2560	2310	2490	2270	2230	2280	2070	1560	1670	1900	2170
26	2910	2910		3020	2630	2190	2550	2280	2410	2450	2220	2620	2250	2630	2660	2540	2480	2360

Peripherer Widerstand (dyn sec/cm⁵) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen														Liegen			
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'			
27	2540	2550		3170	2970	2970	2540	3490	3270	2760	2660	2990	2690	2850	2270	2890	2610	2490			
28		3390		3250	3300	3340	3370	3200	3320	3140	3000	3010	3360	3040	2550		2900	3120			
29	1520	1790		1580	2050	1610	1560	1500	1450	1940	1730	1860	1680	1680	1720	1370	1510	2000			
30	2620	2420		3470	2720	2770	2400	2330	2960	2460	2640	2600	2660	2820	2520	2460	2490	2650			
31	1000	830		1830	1820	1870	1770	1780	1670	1760	1870	1740	1820	1930	950	980	970	980			
32	2310	2100		1830	2000	2480	2560	2570	2600	2550	2510	2490	2610	2480	1550	1570	1950	2290			
33	2330	2220		3300	2990	3450	3390	2950	3300	3060	3110	3570	3400	3510	2150	1900	2150	2410			
34	2070			1540	1720	1940	1770	1840	2100	1940	1790	1940	1950	2010	1990	1970	1870	1960			
35	920	970			1830	1790	2090	2000	2020	2010	1790	1980	2060	2130	870	1000	990	1010			
36	1660	1350		1810	2000	2050	1910	1850	2180	1820	1800	1870	1930	2010	1450	1530	1590	1570			
37	2160	2160		2430	2130	2290	2220	2380	2150	2400	2280	2160	2180	2020	1930	2030	2030	2000			
38	1800	1590		1500	1650	1630	1770	1740	1770	1810	1740	1920	1960	1800	1270	1570	1390	1620			
39	2650	2620		2210	2060	2270	2240	2230	2190	2250	2510	2360	2140	2060	2130	2060	2350	2240			

Austreibungszeit (msec) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	284	288	270	248	224	238	212	216	208	216	218	209	216	280	280	280	296
2	300	300	256	262	262	264	250	248	246	238	234	230	228	276	296	298	310
3	300	294	246	220	220	228	226	226	220	224	224	228	224	286	292	298	304
4	310	300	270	240	230	220	224	224	220	212	220	220	224	290	300	304	306
5	248	252	198	200	200	206	200	206	212	204	210	202	200	240	260	262	266
6	282	272	240	222	222	218	220	218	214	220	220	220	204	264	288	290	300
7	288	290	262	230	214	220	216	218	220	216	212	202	206	272	280	288	292
8	270	278	218	212	220	214	220	222	212	210	210	206	210	270	274	280	230
9	280	280	240	208	204	210	216	206	200	196	204	202	200	254	278	286	290
10	288	298	232	236	230	230	226	224	206	200	202	222	230	254	292	292	296
11	276	256	218	180	212	192	180	182	170	176	190	180	194	260	270	280	292
12	262	276	238	224	208	218	208	204	204	204	194	200	202	252	264	270	262
13	294	300	220	220	220	216	220	200	216	210	200	200	196	258	294	292	300

Austreibungszeit (msec) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Lieren									
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	3'					
14	280	292		238	256	248	256	238	244	212	240	246	214	220	261	274	278	292					
15	320	294		240	196	204	194	200	198	196	186	200	198	200	296	280	288	290					
16	276	280		196	180	190	198	196	194	196	196	192	180	186	260	274	278	290					
17	308	314		228	240	234	226	228	220	220	236	222	218	210	278	302	320	320					
18		310		216	218	228	230	230	228	236	230	220	220	216	290	292	302	312					
19	318	316		242	244	220	220	228	222	226	218	212	218	216	288	312	320	310					
20	276	276		226	230	238	236	230	222	236	234	224	232	228	270	274	290	236					
21	298	286		252	216	216	220	206	200	216	200	200	206	190	282	238	290	300					
22	278	280		210	198	198	196	192	196	188	192	190	188	186	288	272	278	278					
23	254	264		218	196	192	200	190	198	182	180	188	194	208	276	274	308	280					
24	292	290		220	208	206	206	200	200	208	210	204	206	200	280	300	302	300					
25	294	300		264	220	210	222	222	208	210	200	202	200	200	276	300	304	302					
26	380	370		278	225	225	220	220	217	220	220	220	220	220		325	330	350					

Austreibungszeit (msec) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen		Stehen		Liegen				
	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	10'
27	291		270	206	220	210	205	215	263 300
28	300		306	254	268	253	259	260	207 314
29	280		222	197	198	193	192	191	217 286
30	330		254	213	199	201	199	200	289 320
31	341		309	263	246	256	259	245	303 341
32	337		301	259	247	249	245	245	307 339
33	343		273	236	222	218	213	205	306 338
34	320		254	229	232	231	221	222	296 330
35	322		268	238	226	231	213	216	306 323
36	329		297	233	230	220	225	220	312 340
37	319		290	239	230	226	220	223	307 331
38	312		237	293	234	236	232	223	309 310

Austreibungszeit (msec) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Lieren			Stehen										Liegen									
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'						
1	382	372	340	294	292	294	302	308	310	300	310	306	300	360	407	378	380						
2	308	312	292	272	272	278	262	256	256	256	250	250	250	302	318	328	326						
3	294	284	328	280	278	278	276	280	268	260	266	262	262	284	266	268	292						
4	296	296	271	268	260	265	260	244	254	252	254	260	252	312	312	310	310						
5	356	364	332	298	326	318	322	324	322	306	300	314	294	352	378	384	394						
6	326	334	296	274	272	258	260	274	264	276	274	272	270	330	330	336	346						
7	326	324	320	324	336	332	324	334	350	322	330	334	324	326	356	342	342						
8	356	338	313	280	282	276	292	262	266	252	264	268	246	330	320	334	350						
9	410	410	328	296	292	300	294	298	294	292	294	292	290	384	396	408	400						
10	356	358	350	290	300	300	304	286	274	278	274	280	274	338	338	350	352						
11	236	290	276	204	198	280	262	250	250	246	242	244	226	298	278	292	286						
12	324	340	310	270	286	286	284	290	286	294	300	278	286	330	350	346	338						
13	306	298	250	244	266	242	254	248	232	238	252	256	248	286	296	298	308						

Austreibungszeit (msec) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
27	338	338		322	300	300	300	306	304	300	300	294	290	276	324	312	328	358
28	354	358		306	270	280	282	276	280	274	280	274	286	276	336	348	364	358
29	318	298		274	252	278	272	268	268	268	252	260	276	266	320	348	344	290
30	368	368		296	306	273	285	276	249	266	274	276	266	274	364	364	372	382
31	282	280		236	240	234	220	224	226	240	238	240	236	226	290	290	296	304
32	314	332		232	260	266	254	254	250	254	252	250	248	248	326	338	312	332
33	354	370		256	290	288	276	272	274	282	280	268	276	277	358	360	364	360
34	296	300		248	260	258	260	264	266	270	262	262	260	260	306	316	320	320
35	322	320		232	218	224	218	222	220	220	222	222	214	210	286	306	322	326
36	332	320		240	240	254	240	256	250	250	246	244	242	240	310	342	350	344
37	346	352		342	306	310	296	285	298	306	282	314	292	312	336	350	336	342
38	322	332		316	296	292	290	282	286	294	280	276	280	274	338	350	352	338
39	250	245		230	230	220	220	220	220	210	215	215	220	215	250	280	265	265

Prozentuale Dikrotiehöhe (%) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen			Liegen										
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	50,6	46,6	36,0														
2	49,3	46,4	21,8	45,6	56,2	56,8	46,5	45,8	45,5	43,4	37,8	35,8	35,7	55,2	54,2	50,3	43,8
3	60,1	54,6	39,4	30,4	34,4	37,3	35,9	40,9	38,4	38,8	44,0	40,3	33,0	61,8	62,4	60,8	66,4
4	58,7	56,4	54,2	46,3	47,0	46,2	47,6	53,7	49,2	34,0	46,0	27,0	32,0	64,5	62,4	61,2	58,2
5	34,7	41,7	-1,1	30,0	31,6	40,8	36,2	40,0	35,5	29,5	30,6	38,0	30,0	57,0	58,5	64,2	62,7
6	62,0	55,8		64,0	67,4	65,6	60,0	57,3	55,0	70,4	63,6	62,3	55,3		66,6	68,5	71,0
7	47,7	46,4			41,8	50,0	40,3	40,6	34,3	30,0	25,8	20,8	29,8	58,0	51,8	52,3	54,8
8	39,2	30,8		31,8	40,3	34,2	38,0	42,4	39,8	40,9	35,0	34,4	32,0	56,3	38,4	42,0	43,0
9	59,0	45,0	27,5	43,0	68,0	28,0	51,0	62,0	40,0	42,0	52,0	45,0	42,0				67,0
10	61,8	64,0	21,0	49,0	36,0	33,5	41,8	31,3	19,8	10,4	15,8	31,8	27,0	53,5	60,0	67,2	62,3
11	55,4														62,8	73,0	50,4
12	28,2	39,4													47,0	43,0	29,4
13	62,2	57,0	31,0	37,9	54,8	45,6	48,4	43,6	54,0	43,2	30,8	28,8	26,2	90,2	81,1	82,3	82,6

Prozentuale Dikrotienhöhe (%) Altersgruppe I

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
14	28,5	19,6				58,5	51,8	40,5	35,6	45,2	67,4	27,0	33,0	24,0	22,2	25,2	28,3	
15	57,6	59,8		42,1	52,0	44,8	47,7	51,8	49,2	39,6	53,6	52,2	43,6	58,8	72,8	71,6	59,4	
16	21,6	41,4	10,0															
17	37,6	35,6	29,2	49,8	49,2	42,9	26,8	44,1	47,4	42,2	18,2	21,6	38,8	61,2	56,2	55,2	51,4	
18		66,8		45,4	58,8	43,0	57,2	53,4	52,6	63,0	52,4	46,8	47,6	74,0	68,8	66,6	70,8	
19	75,0	69,6	29,0	51,8	37,7	44,0	48,4	45,8	47,6	56,2	61,2	51,0	48,4	77,0	75,2	75,2	68,3	
20	50,0	51,2	26,5	42,0	45,0	45,8	35,0	45,4	43,0	36,2	42,4	46,6	44,8	34,3	48,8	58,8	45,2	
21	71,0	72,2	37,7	55,4	55,6	59,6	47,8	48,8	55,8	53,8	48,4	56,6	41,8	64,8	81,0	77,8	85,2	
22	58,0	59,8							48,8	48,8	45,0	44,4	46,5		63,8	68,0		
23	51,2	55,8	11,4	16,2	22,6	21,8	19,6	8,6	12,2	11,4	26,2	8,0	7,5	56,0	67,2	65,1	57,6	
24	64,2	51,2			32,2	37,8	45,0	34,2	46,0	40,1	45,0	50,4	29,8		71,8	60,6	71,2	
25	64,8	61,4													0,9	0,9	0,9	
26	19,6	44,8								61,3	53,3	53,5	50,5				22,8	

Prozentuale Dikrotienhöhe (%) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen				
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	77,8	81,0		63,5	77,0	68,4	70,4	71,4	64,6	71,4	64,8	62,6	63,8	77,0	77,7	78,0	78,2	78,2
2	72,0	72,4	71,0	70,8	70,0	72,8	77,4	78,8	75,4	71,0	78,4	76,8	80,0	58,2	67,4	64,8	64,4	64,4
3	76,0	71,8	85,5	81,0	77,2	79,6	78,4	76,0	69,0	82,3	78,2	80,2	76,4	70,6	70,2	74,7	70,2	70,2
4	75,8	70,0	67,0	82,2	81,4	78,2	82,4	83,0	78,0	80,4	80,2	76,2	79,0	69,0	49,0			
5	53,9	60,6			72,8	75,0	73,8	76,0	78,8	83,5	84,0		74,7		73,8	73,0	67,3	67,3
6	74,8	73,8	60,4	73,8	74,8	73,9	74,6	74,8	73,2	71,6	74,6	73,0	75,4	68,3	74,4	75,6	77,5	77,5
7	72,0	73,6	64,7	69,6	71,4	69,0	70,4	67,4	72,0	66,0	72,4	69,0	72,8		76,0	71,0	81,5	81,5
8	66,8	68,8		81,3	80,4	80,2	82,4	78,6	74,6	62,2	75,6	70,2	64,0		86,8	77,7	66,3	66,3
9	64,5	74,3		70,0		71,5	71,0	75,7	76,0	73,6	62,0	69,0	62,0		71,5	71,5	70,0	70,0
10	68,6	69,0	61,8	62,6	59,0	55,2	57,6	53,8	45,4	45,8	45,4	42,8	41,6	60,0	67,6	68,0	68,8	68,8
11	69,8	71,6	50,5				61,5	63,0	70,0	71,4	75,2	80,0	68,4	65,6	74,3	72,4	69,2	69,2
12	69,8	63,8	57,6	58,6	64,2	63,0	57,0	60,0	63,0	59,2	65,6	65,2	63,6	68,5	76,3	74,8	73,4	73,4
13	70,8	65,0		46,0	49,6	51,6	55,2	54,6	52,0	48,0	51,4	54,5	51,8		67,4	65,2	64,2	64,2

Prozentuale Dikrotiehöhe (%) Altersgruppe II

Pro- band Nr.	Liegen			Stehen										Liegen					
	5'	6'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'	
14	64,3	62,6			70,8	68,4	69,4	68,0	67,6	70,5	72,4	77,2	67,6	73,8	61,5	66,8	67,5	62,2	
15																			
16	64,0	65,7		69,8	75,4	77,6	79,2	78,7	79,7	78,8	78,4	79,4	76,3	77,0	75,7	69,0	71,0	66,3	
17	60,8	64,1		59,2	61,4	59,5	58,2	61,0	60,4	60,8	62,8	63,6	59,5	55,2	73,0	61,6	61,7	63,2	
18	27,2	36,8			58,6	57,0	55,6	68,4	62,6	61,8		64,1	60,0	63,5		47,0	61,0	58,0	
19							66,8												
20	52,2	53,0			35,5	43,4	58,4	52,6	43,0	53,2	51,8	50,6	55,4	58,8	57,2	58,2	62,4	59,2	
21	78,8	78,4			50,0	58,8	47,5	63,4	58,0	63,6	53,3	51,4	52,0	50,8	74,3	76,6	75,8	74,6	
22	38,6	46,2			53,2	51,8	58,0	60,8	44,0	51,0	55,1	54,8	53,4	47,8		54,2	55,7	59,5	
23	68,2	66,0			53,0	51,8	55,1	59,6	68,8	73,4	67,0	68,8	67,7	70,3		66,4	62,7	68,2	
24	71,0	66,0			70,5	70,8	68,8	70,0	68,2	68,4	66,8	64,0	65,8	67,8	58,7	58,8	60,3	55,4	
25	67,0	58,0			66,8	64,4	63,3	57,5	61,4	60,0	59,8	49,8	57,4	60,5			66,0	60,5	
26	69,0	68,0			61,9	60,3	63,8	54,2	51,8	66,5	48,5	72,8	64,6	56,4	56,0		53,2	61,4	66,3

Dikrotriequotient (%) Altersgruppe I
Ausgangswert vor der Belastung: 100%

Pro- band Nr.	Stehen					Liegen									
	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
1	74														
2	46	95	117	119	97	96	95	91	79	75	75	115	113	105	92
3	69	53	60	65	63	71	67	68	78	70	58	108	109	106	106
4	94	80	82	80	83	93	85	59	80	47	56	113	108	106	101
5	-3	79	83	107	95	105	93	77	80	99	79	149	153	168	164
6		109	114	111	102	97	93	120	108	106	94		113	116	121
7			89	106	86	86	73	64	55	44	63	123	110	111	116
8		91	115	98	109	121	114	117	100	98	91	166	110	120	123
9	53	83	131	54	98	119	130	124	100	87	81				129
10	33	78	57	53	66	50	31	16	25	51	43	85	95	107	99
11													113	132	100
12													139	127	87
13	52	64	92	77	81	73	91	72	52	48	44	152	136	138	139

Dikroteriequotient (%) Altersgruppe I
Ausgangswert vor der Belastung: 100%

Pro- band Nr.	Stehen										Liegen									
	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
14				244	215	168	148	188	280	112	137	100	92	105			118			
15		72	89	76	81	88	84	67	91	89	74	100	124	122			101			
16	32																			
17	80	136	134	117	73	120	130	115	50	59	106	167	153	151			140			
18		68	88	64	86	80	79	94	79	70	71	111	103	100			106			
19	40	72	52	61	76	63	66	78	85	71	67	107	104	104			94			
20	53	83	89	91	69	90	85	72	84	92	89	68	96	116			89			
21	53	77	78	83	67	68	78	75	68	79	58	91	113	109			119			
22							83	83	76	75	79		108	115						
23	21	30	42	41	37	16	23	21	49	15	14	105	126	122			108			
24			56	66	78	59	80	69	78	87	52		124	105			123			
25													93	87			85			
26								190	166	166	157						71			

Dikrotiequotient (%) Altersgruppe II
Ausgangswert vor der Belastung: 100%

Pro- band Nr.	Stehen										Liegen									
	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
1		80	97	86	89	90	81	90	82	79	80	97	98	98			98			
2	98	98	97	101	107	109	104	98	109	106	111	80	93	90			90			
3	95	110	104	108	106	103	93	111	106	109	103	96	95	101			95			
4	92	113	112	107	113	114	107	110	110	105	108	95	67							
5			127	131	129	133	138	146	147		130		129	128			117			
6	81	99	101	99	100	101	99	96	100	98	101	92	100	102			104			
7	89	96	98	95	97	93	99	91	99	95	100		104	98			112			
8		120	119	118	122	116	110	92	112	104	94		128	115			98			
9		101		103	102	109	110	106	89	99	89		103				101			
10	90	91	86	80	84	78	66	67	66	62	60	87	98	99			100			
11	72				87	89	99	101	106	113	97	93	105	102			98			
12	86	88	96	94	85	90	94	89	98	98	95	103	114	112			110			
13		68	73	76	81	80	77	71	76	80	76	79	99	96			95			

Dikrotriequotient (%) Altersgruppe II
Ausgangswert vor der Belastung: 100 %

Pro- band Nr.	Stehen										Liegen				
	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	0'	1'	2'	5'
14		111	108	109	107	106	111	114	122	106	116	97	105	106	98
15															
16	108	116	120	122	121	123	122	121	122	118	119	117	106	109	102
17	95	98	95	93	98	97	97	101	102	95	88	117	99	99	101
18		183	178	174	214	196	193		200	188	198		147	191	181
19															
20		67	83	111	100	82	101	98	96	105	112	109	111	119	113
21		64	74	60	81	74	81	68	65	66	65	95	97	96	95
22		125	122	137	143	104	120	130	129	126	113		128	131	139
23		79	77	82	89	101	109	100	102	101	105		99	93	102
24		103	103	100	102	100	100	98	93	96	99	86	86	88	81
25															
26	90	88	93	79	76	97	71	106	94	82	82		78	90	97

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pro- band Nr.	Herzaktionen 1 2 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	105,4	115,9	117,0	126,4	126,4	112,8	89,7	92,1	103,0	117,7				
2		75,9	78,7	73,8	75,9	64,0	79,1	92,3	82,3	86,8	83,5	87,9	90,1	82,3 90,1
3	111,6	124,5	113,1	113,1	103,4	100,6	103,4	94,0	94,0					
4	91,0	94,0	73,6	75,1	79,0	61,0	66,7	73,4	83,8	94,8	83,8			
5	40,4	55,6	46,8	46,3	42,7	43,2	44,2	39,3	39,3	37,3	36,5	34,7	33,8	33,3
6	100,0	97,6		83,7	87,3	91,8	92,9	82,9	82,9	79,6	95,9	86,1	98,0	78,6
7			66,3	59,9	59,9	69,1		83,3	59,9	72,7		83,0	72,7	57,6 67,2
8	45,3	53,1	76,6	56,0	63,0		75,3	64,8	67,1	64,2	73,8	64,3	73,5	73,8
9		90,9	97,9	97,0	97,0	97,0	90,9	87,1	90,9	93,9	87,1	72,6	78,4	81,3 78,4 84,2
10	89,5	85,1	77,2		83,3	64,0	90,0	72,2	72,2	74,1	74,1	72,7	69,2	62,3
11	46,1	35,2	42,3	29,9	27,9	36,3	35,2	40,2	41,1	38,8	38,8	39,9	42,6	47,0 47,0
12		54,6	50,0					57,5	39,6	62,4	52,9	60,0	55,2	43,2 33,6
13	77,1	77,1	86,2	86,2	89,1	93,5	87,3	87,3	91,5	83,2	79,0	74,9	70,7	66,6

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pro- band Nr.	Herzaktionen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
14	69,7	89,4	96,3	80,8	86,4	86,4	75,9	63,9	62,9	52,5	50,6	70,5	70,5	67,4	71,9	67,1	
15		64,8	63,4	63,1	65,4	64,8	67,4	68,6	65,9	64,0	62,2	59,6	56,1	53,7	52,0	50,3	
16	87,2	108,3	95,7	82,5	59,3	72,2	87,7	85,1	69,9	67,7	60,2	53,1	53,1	73,1	64,5	55,9	
17	72,6	89,4	69,8	83,3	67,0	61,5	74,1	74,1	74,1	70,9	74,1	79,1	81,6	79,1	68,6	69,2	
18	59,6	51,7	58,5	37,3	47,9	53,2	58,8	61,2	68,5	71,0	70,2	71,5	72,4	63,9	55,3	59,6	
19	87,2	118,0	107,3	101,9	112,6	100,1	101,4	101,4	86,9	83,7	93,9	82,7	72,9	80,6	93,9		
20	57,6				58,1	63,8	62,3	61,0	67,5	70,6	64,9	67,5	59,5	54,6	59,5	59,5	
21	112,5				73,5	72,9	64,4	80,2	72,9	77,2	81,5	80,4	82,5	81,1	87,1	87,1	
22	79,6			60,7			51,6	48,0	47,3	43,9	46,4	49,0	49,0	49,0	46,7	46,7	
23		107,6	103,6	97,6	97,6	86,0	93,6	87,7	91,4	89,5	87,7	85,5	80,2	82,0	83,7	82,0	
24	110,0	93,5	90,1	66,3	68,7		79,0	69,1	69,1	62,6	64,8	60,5	60,5	60,5	58,3	60,5	
25	108,8	103,1	90,2	98,8	91,4	84,2	77,3	81,2	77,3	76,3	74,5	76,3	74,5	71,6	71,6	73,4	
26	67,8	63,7				59,7	59,7	57,7	57,7	57,7	55,9	52,1	50,3	51,9	48,5	48,5	

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pro- band Nr.	Herzaktionen 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	43,3	41,3	42,7	65,0	54,5	50,3	48,9	29,9	50,3	51,7	50,3	50,2	47,5	49,9	47,2	48,1
2	57,3	36,8	38,2	51,8	49,1	51,8	51,8	50,2	47,5	48,8	48,8	43,4	43,4	43,4	43,4	43,4
3		39,6	38,4	43,4	53,0	47,4	47,4	43,2	44,7	41,9	41,9	41,9	43,1	43,2	41,9	
4	63,3	63,3			70,3	69,8	68,6	71,2	73,1	70,4	68,5	75,0	74,1	72,2	73,1	72,2
5	68,5								80,5	56,8	68,2	64,4	79,6	78,2	71,1	65,1
6	51,3	39,2				59,4	55,0	45,0	47,4	48,9	45,8	45,8	43,5	38,9	45,8	45,8
7	28,0	39,6	39,6	41,9	38,2	39,5	43,8	43,6	46,5	45,8	45,8	44,4	42,3	40,9	36,8	35,7
8	72,0	66,1	62,2	64,4	64,2	72,0	64,2	60,5	59,1	62,6	57,3	57,3	58,0	53,1	45,7	50,6
9	39,1	30,6	34,0	34,1	35,2	39,6	41,1	44,2	42,9	44,2	44,2	44,2	42,9	41,4		
10	96,9	104,3	90,8	71,9		94,2	97,6	88,9	51,7	71,8	103,3	89,7	56,4	62,7	99,7	
11	85,9	97,1	73,6	93,4	90,0	78,8	108,7	92,4	76,1	81,7	84,5	87,4	87,6	84,6	76,1	81,7
12	28,1	48,8	48,8	59,1	81,3	73,2	74,8	74,8	70,1	74,0	70,1	72,1	74,0	70,1	70,1	72,1
13	26,6					28,6	32,5	28,6	29,6	28,5	28,5	28,5	29,2	30,1	30,1	26,3

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pro- band Nr.	Herzaktionen 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
14	120,0					87,7	72,2	68,1			47,9	43,0				
15	54,3	60,0				58,3		55,0		62,7	65,0	51,4	58,0	68,5	66,3	66,0
16	101,6				77,7	79,4	73,4	74,3	89,6	75,8	80,3	71,6	71,6	68,8		
17	62,3	61,0	67,2	64,8	59,6	54,5	54,5	61,6	61,4	58,4	57,5	55,5	52,6	58,4		
18							62,9	64,2	44,1	49,1	60,5	58,1	64,1	58,1	58,1	
19						33,8	51,8			38,7	31,3	33,2	29,5	34,5	29,2	30,1
20	48,2	40,0	43,5				48,9	47,0	41,1	50,8	50,8	56,4	58,8	51,7	46,6	53,7
21	72,1	66,4	55,3			58,9	58,8	56,9	64,8	60,8	61,9	57,2	57,2	47,5	58,3	59,8
22	71,4	73,0	55,5			63,0	50,6	49,2	53,0	56,9	46,9	44,9	40,7	38,8	38,8	40,8
23	46,2							26,0	42,6	37,5	43,7	42,7	38,3	32,5	33,8	
24	52,4	45,1	33,9	57,0	77,3	63,4	59,9	68,0	62,4	58,8	69,9	68,0				
25	43,6	41,0									40,5	30,9	43,2	22,2	34,6	39,5
26	37,5	32,8	21,9	27,1	31,3	39,2		38,5	36,1	36,1	38,5	36,1	37,8	37,8	37,8	37,8

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pro- band Nr.	Herzaktionen 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
27	64,5	41,9			53,8	55,4	55,0	50,9	49,5	40,3	46,5	47,4	43,7	42,4	52,9	49,5
28		54,1	29,5	63,7	26,7	42,1	53,3	44,0	51,6	57,2	57,6	20,5	55,4	45,6	52,1	
29	27,9				79,5	72,9	66,3	84,0	68,3	57,7	74,0	61,2	61,2	51,2	53,1	
30	55,4			56,5	54,1	58,4	51,5	48,7	44,7	42,3	38,8	40,5	37,1	39,4	41,7	
31	91,9	86,4	70,9	61,4		44,3	52,5	44,1	53,6	49,8	46,2	49,1	39,3	39,4	48,9	51,9
32	48,0	35,9	53,3			27,9	46,0	58,8	72,0	60,3	70,3	55,2	87,4	64,7	76,7	64,4
33	46,5	26,2	33,3	30,9				37,4	42,2		37,3	32,7	35,8	40,9	36,3	29,2
34	37,0	45,0	40,5		49,9	50,0	36,1	68,6	67,3	51,3	58,7	52,0	46,5	59,0	56,2	53,9
35	100,2	68,5	62,8	55,2		64,1	77,4	79,5	69,6	64,6	55,2	44,6	56,7	68,9	77,0	75,9
36	45,6	38,7	34,8	59,4	62,8	58,5	60,7	58,0	56,0	62,0	56,7	58,7	57,7	57,7	56,7	
37			59,5	63,5	59,5	73,0	59,5	67,2	58,0	65,3	54,4	62,1	67,4	62,1	67,4	
38	84,9	95,3	86,4		76,9	89,0	80,9	80,9	85,0	80,9	82,4	82,4	76,0	77,9	72,2	
39		42,8	42,8	45,2	41,9					42,8	44,4	46,1	45,2	46,1	42,5	42,5

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 1: relative Konstanz des Schlagvolumens

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$	-	9,9	-	3,3	-14,7	-11,2	-11,2	-12,4	-22,1	-23,8	-19,5	-14,5	-8,3	-16,1	-9,5		
s		10,0		6,3	14,7	14,4	14,4	9,8	13,3	12,3	8,6	7,5	8,4	6,5	16,3	3,2	
n		4		4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2		

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$	-	6,6	-12,5	-11,8	-23,0	-16,9	-12,2	-13,5	
s		7,4	13,1	11,6	15,8	6,7	7,2	9,8	
n		4	4	4	4	4	3	2	

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 2: Schlagvolumenabfall mit Wiederanstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen (Differenzwerte):

[illegible]

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		-58,0	-59,4	-54,0	-48,2	-45,9	-47,5	-49,5	-52,1
s		17,8	15,6	19,1	14,9	15,7	13,9	11,9	18,2
n		5	4	5	5	5	5	5	4

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe I

Kerzaktionen (1-16) ab Beginn des Kinnens vom Liegen zum Stehen

Typ 3: Schlagvolumenabfall ohne Wiederanaktion

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Kerzaktionen (Differenzwerte):

Kerzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		-37,1	-33,4	-30,9	-43,5	-42,2	-41,0	-41,2	-46,2	-40,4	-50,5	-51,1	-51,7	-53,4	-54,3	-56,4	-54,8
s		18,4	13,6	11,7	15,1	15,4	11,2	13,5	13,7	13,4	19,5	17,5	18,6	18,0	16,8	14,1	16,8
n		7	10	0	7	8	8	0	10	10	9	9	9	9	9	9	6

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Kerzaktionen (Differenzwerte):

Kerzaktionen		1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		-36,2	-27,8	-42,3	-44,5	-49,3	-51,4	-53,8	-56,3	-58,8	-61,4	-63,9	-66,4
s		17,5	12,3	14,1	17,4	16,6	17,3	17,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7
n		10	0	0	10	10	9	9	9	9	9	9	9

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pathologisch regulierende Probanden

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
x	-34,6	-35,1	-39,0	-43,4	-53,3	-53,5	-53,5	-46,8	-53,3	-52,4	-56,8	-57,6	-52,6	-50,9	-53,6	-53,5
s	20,8	20,3	12,8	18,2	23,0	16,9	16,7	15,0	14,7	16,2	15,9	18,7	21,5	13,3	12,6	18,-
n	5	4	5	6	6	6	6	7	7	7	6	6	7	7	7	6

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen

	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
x	-30,9	-40,9	-54,4	-47,7	-52,9	-57,2	-51,8	-53,5
s	18,0	14,9	19,6	17,1	15,2	17,3	17,2	14,6
n	6	6	6	7	7	6	7	7

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 2: Schlagvolumenabfall mit Wiederanstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$	-11,7	-9,0	-14,3	-3,8	-0,9	-3,4	-1,0	-1,0	-3,9	-3,9	-0,7	-4,6	2,6	-4,4	-3,4	-3,0
s	16,9	19,7	15,5	15,8	13,7	13,9	16,5	14,5	13,9	11,2	10,3	12,4	20,9	12,3	3,9	11,6
n	13	15	14	11	14	17	16	16	16	17	17	17	16	16	16	16

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$	-11,1	-9,6	-3,3	-0,7	-3,4	-2,6	-3,6	-3,8
s	17,8	13,5	14,2	13,9	11,5	10,0	12,9	11,8
n	15	14	17	17	17	17	16	16

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kipens vom Liegen zum Stehen

Typ 3: Schlagvolumenabfall ohne Wiederrückstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		-13,9	-21,0	-23,3	-24,2	-16,9	-24,9	-23,2	-27,0	-22,4	-24,2	-28,8	-27,7	-24,0	-27,0	-26,7	-30,4
s		15,4	9,6	7,7	13,4	12,7	16,7	14,3	14,0	9,3	15,9	17,2	18,7	15,3	14,1	14,3	13,3
n		13	10	7	5	5	10	10	11	13	13	14	15	14	14	14	14

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		-15,9	-23,4	-24,6	-25,4	-22,9	-27,7	-25,6	-25,9
s		13,3	9,2	16,7	13,7	12,1	17,7	15,0	13,3
n		14	7	10	11	13	15	14	14

Schlagvolumen (ml) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kinnens vom Liegen zum Stehen

kathologisch regulierende Probanden

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		-20,9	-24,1	-24,6	-37,0	-30,0	-24,7	-30,7	-37,7	-37,9	-33,7	-34,2	-39,2	-39,1	-38,6	-30,6	-30,7
s		11,6	21,9	24,3	20,2	14,6	16,5	2,2	9,1	14,4	18,3	22,1	23,8	23,7	20,1	19,5	24,7
n		6	5	4	4	5	6	5	6	5	7	7	7	7	7	5	3

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den zwei Herzaktionen (Differenzwerte):

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15,16
$\bar{x}$		-22,2	-24,9	-22,0	-27,0	-32,4	-36,6	-37,1	-30,9
s		17,0	23,8	18,6	24,4	22,7	22,7	21,7	19,6
n		7	5	7	6	7	7	7	5

Pulsperiodendauer (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pro- band nr.	Herzaktionen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0,76	0,74	0,72	0,73	0,73	0,72	0,70	0,69	0,69	0,65							
2		0,56	0,55	0,55	0,54	0,56	0,55	0,56	0,54	0,54							
3	0,72	0,75	0,74	0,73	0,72	0,72	0,70	0,70	0,68								
4	0,79	0,79	0,77	0,75	0,74	0,74	0,70	0,81	0,82	0,81	0,81	0,83					
5	0,57	0,56	0,56	0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	
6	1,03	0,92	0,73	0,89	0,89	0,87	0,85	0,81	0,81	0,77	0,77	0,77	0,79	0,81	0,82		
7			0,72	0,73	0,73	0,73	0,75	0,78	0,78	0,73	0,71	0,71	0,71	0,72	0,71	0,70	0,71
8	0,60	0,59	0,57	0,57	0,57		0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,53	0,53	0,53	0,52		
9	1,11	0,71	0,70	0,70	0,69	0,70	0,70	0,69	0,68	0,68	0,69	0,70	0,70	0,70	0,73	0,75	0,75
10	0,79	0,76	0,75	0,71	0,67	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64	0,63	0,64	0,64
11	0,62	0,57	0,56	0,55	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,57	0,60	0,61	0,61	0,63	0,63		
12	0,69	0,68	0,65	0,61	0,59	0,59	0,57	0,55	0,55	0,55	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55
13	0,73	0,63	0,62	0,62	0,62	0,61	0,62	0,61	0,60	0,59	0,59	0,60	0,62	0,62	0,63	0,66	0,67

Pulsperiodendauer (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pro- band Nr.	Herzaktionen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
14	0,67	0,65	0,63	0,60	0,60	0,60	0,60	0,59	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,58	0,64	0,71	0,68
15	0,72	0,70	0,68	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	0,63	0,63	0,62	0,61	0,60	0,61	0,60	0,60	0,61
16	0,73	0,70	0,67	0,60	0,60	0,60	0,58	0,56	0,57	0,53	0,54	0,52	0,52	0,50	0,51	0,50	0,49
17	0,66	0,63	0,61	0,61	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,62	0,64	0,67
18	0,67	0,64	0,58	0,59	0,58	0,57	0,57	0,55	0,55	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55	0,56	0,54	0,54
19	0,98	0,91	0,87	0,86	0,88	0,86	0,86	0,87	0,81	0,80	0,78	0,78	0,76	0,76	0,75	0,74	
20	0,68	0,67	0,66	0,62	0,62	0,62	0,61	0,62	0,62	0,62	0,62	0,60	0,59	0,58	0,57	0,57	0,57
21	0,76	0,72	0,69	0,63	0,60	0,59	0,58	0,58	0,58	0,59	0,60	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63	0,63
22	0,80	0,74	0,68	0,61	0,62	0,63	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,63	0,62	0,62	0,62	0,61	0,60
23	0,87	0,84	0,80	0,75	0,72	0,70	0,69	0,69	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,69
24	0,82	0,80	0,80	0,81	0,80	0,78	0,74	0,74	0,73	0,70	0,69	0,69	0,69	0,71	0,71	0,74	0,75
25	1,08	1,00	0,98	0,92	0,88	0,84	0,83	0,83	0,83	0,84	0,83	0,84	0,85	0,86	0,85	0,84	0,84
26	1,08	1,05	0,99	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	0,97	0,97	0,97	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,92

Pulseperiodendauer (sec) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Herzaktionen

Pro-
band

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0,33	0,32	0,31	0,31	0,32	0,34	0,37	0,36	0,37	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
2	0,36	0,32	0,32	0,32	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
3	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
4	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
5	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
6	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
7	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
8	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
9	0,34	0,32	0,30	0,32	0,32	0,30	0,32	0,34	0,33	0,31	0,33	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30
10	0,36	0,30	0,36	0,32	0,36	0,33	0,31	0,36	0,34	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
11	1,03	1,03	1,00	0,99	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96	0,94	0,94	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94
12	0,98	0,96	0,96	0,94	0,94	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,95	0,94
13	0,78	0,77	0,73	0,72	0,69	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,67

Pulsperiodendauer (sec) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pro- band Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
14	1,02	0,98	0,98	0,98	0,90	0,88	0,89	0,86	0,87	0,87	0,86	0,89	0,85	0,82	0,86	0,80
15	0,78	0,74	0,74	0,72	0,74	0,70	0,72	0,73	0,73	0,70	0,71	0,71	0,71	0,73	0,71	0,73
16	1,03	1,12	1,06	1,00	1,06	1,16	1,08	1,41	1,16	1,30	1,16	1,13	1,10	1,11		
17	0,90	0,86	0,86	0,86	0,85	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,83
18	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,59	0,60	0,58	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,62	0,62
19	0,90	0,91	0,87	0,89	0,91	0,90	0,94	0,88	0,93	0,87	0,93	0,91	0,92	0,86	0,90	0,88
20	0,76	0,74	0,74	0,71	0,71	0,68	0,67	0,67	0,65	0,67	0,65	0,66	0,66	0,66	0,66	0,65
21	1,06	1,03	1,06	1,09	1,10	1,09	1,07	1,07	1,05	1,04	1,02	1,02	1,01	1,01	1,00	
22	0,87	0,81	0,81	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82	0,84	0,83	0,83	0,82	0,81	0,80	0,80
23	0,81	0,76	0,85	0,80	0,84	0,80	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,78	0,78	0,78	0,73
24	1,29	1,29	1,31	1,35	1,32	1,28	1,30	1,30	1,25	1,23	1,30					
25	0,80	0,54	0,54	0,54	0,54	0,68	0,66	0,66	0,64	0,65	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
26	1,10	1,02	0,97	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,84	0,84	0,82	0,83	0,82	0,81

Pulsperiodendauer (sec) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kipbens vom Liegen zum Stehen

Pro- band Nr.	Herzaktionen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
27	0,94	0,79	1,00	0,99	1,02	0,92	0,95	0,95	0,93	0,78	0,93	1,01	0,89	0,76	0,98	0,95	0,78
28	1,04	0,99	0,95	0,95	0,93	0,95	0,95	0,96	0,96	0,95	0,95	0,93	0,91	0,90	0,90	0,92	
29	1,04	0,96	0,94	0,88	0,84	0,82	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,84	0,84	0,84	0,83	0,83	
30	1,20	1,10	1,04	1,02	1,03	0,99	0,95	0,95	0,91	0,89	0,89	0,87	0,87	0,85	0,85	0,86	
31	0,69	0,68	0,66	0,66	0,65	0,66	0,66	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,66	0,66
32	0,89	0,84	0,88	0,86	0,85	0,84	0,85	0,84	0,84	0,88	0,88	0,88	0,84	0,87	0,84	0,87	0,84
33	0,75	0,72	0,71	0,70	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,67	0,68	0,68	0,67	0,66	0,67	0,67	0,64
34	0,72	0,68	0,71	0,69	0,70	0,69	0,69	0,66	0,67	0,66	0,66	0,66	0,65	0,66	0,67	0,68	0,68
35	0,83	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,79	0,78	0,77	0,77	0,77	0,76	0,75	0,75	0,74	0,73	0,73
36	1,05	0,98	0,94	0,97	0,98	0,96	0,94	0,94	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	
37	0,91	0,89	0,88	0,86	0,89	0,88	0,88	0,89	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,89	0,88	
38	0,92	0,91	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,86	0,87	
39	0,87	0,86	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,85	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85

Pulsperiodendauer (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 1: relative Konstanz des Schlagvolumens

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		0,788	0,770	0,745	0,730	0,725	0,718	0,720	0,708	0,710	0,685	0,607	0,710	0,770	0,770	0,770	0,770
s		0,188	0,176	0,152	0,139	0,143	0,135	0,141	0,137	0,139	0,135	0,162	0,174	0,212	0,212	0,212	0,212
n		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen:

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		0,778	0,738	0,721	0,713	0,697	0,703	0,663	0,663
s		0,182	0,145	0,139	0,138	0,137	0,168	0,215	0,215
n		4	4	4	4	4	3	2	1

Pulsperiodendauer (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 2: Schlagvolumenabfall mit Wiederanstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		0,645	0,618	0,596	0,590	0,586	0,590	0,574	0,576	0,572	0,568	0,566	0,564	0,570	0,572	0,523	0,590
s		0,037	0,043	0,044	0,031	0,035	0,029	0,038	0,037	0,036	0,036	0,027	0,030	0,034	0,040	0,053	0,054
n		4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen:

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		0,623	0,593	0,586	0,575	0,570	0,565	0,571	0,590
s		0,046	0,037	0,030	0,037	0,036	0,028	0,037	0,054
n		5	5	5	5	5	5	5	4

Pulsperiodendauer (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kinnens vom Liegen zum Stehen

Typ 3: Schlagvolumenabfall ohne Wiederaufstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$	0,830	0,764	0,740	0,720	0,718	0,717	0,704	0,693	0,673	0,679	0,672	0,668	0,678	0,687	0,705	0,695
s	0,117	0,128	0,115	0,128	0,110	0,130	0,120	0,127	0,124	0,120	0,121	0,111	0,115	0,106	0,115	0,124
n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	8	7

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen

	1/2	1/4	5/6	7/8	3/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$	0,707	0,733	0,717	0,698	0,681	0,672	0,682	0,703
s	0,120	0,123	0,131	0,128	0,123	0,120	0,110	0,115
n	10	10	10	10	10	9	9	8

Pulsperiodendauer (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pathologisch regulierende Probanden

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		0,813	0,762	0,728	0,694	0,670	0,659	0,657	0,661	0,659	0,656	0,656	0,657	0,661	0,659	0,658	0,660
s		0,144	0,145	0,131	0,126	0,115	0,104	0,107	0,110	0,116	0,099	0,100	0,103	0,110	0,100	0,112	0,117
n		6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen:

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		0,785	0,706	0,665	0,659	0,657	0,656	0,660	0,659
s		0,150	0,128	0,107	0,108	0,107	0,101	0,105	0,114
n		6	7	7	7	7	7	7	6

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippen vom Liegen zum Stehen

Typ 2: Schlagvolumenabfall mit Wiederanstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$	0,943	0,934	0,907	0,915	0,901	0,896	0,891	0,881	0,881	0,884	0,846	0,849	0,849	0,849	0,826
s	0,154	0,123	0,133	0,132	0,134	0,121	0,131	0,128	0,119	0,117	0,129	0,071	0,071	0,071	0,05
n	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	16	16	16	16	9

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen:

[illegible]

Pulsperiodendauer (sec) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 3: Schlagvolumenabfall ohne Wiederanstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		0,241	0,799	0,799	0,778	0,775	0,769	0,768	0,770	0,757	0,766	0,778	0,767	0,738	0,774	0,766	0,723
s		0,106	0,121	0,130	0,122	0,130	0,101	0,104	0,107	0,105	0,110	0,128	0,109	0,108	0,121	0,114	0,126
n		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen:

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		0,817	0,792	0,772	0,769	0,762	0,773	0,767	0,748
s		0,109	0,131	0,113	0,106	0,106	0,118	0,111	0,113
n		15	15	15	15	15	15	15	15

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 1: relative Konstanz des Schlagvolumens

Pro- band Nr.	Herzaktionen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0,29	0,29	0,28	0,29	0,29	0,29	0,27	0,26	0,26	0,27	0,27						
4	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,26	0,27	0,28	0,28	0,27			
5	0,24	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19
6	0,28	0,28	0,29	0,24	0,27	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,24	0,22		

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 2: Schlagvolumenabfall mit Wiederanstieg

Pro- band Nr.	Herzaktionen	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	1	0,27	0,28	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,24	0,25
8	2	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,22		
13	3	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
18	4	0,28	0,27	0,25	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,20
20	5	0,25	0,25		0,24	0,23	0,22	0,22	0,22	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 3: Schlagvolumenabfall ohne Wiederanstieg

Pro- band Nr.	Herzaktionen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24							
9		0,24	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
10	0,29	0,29	0,27		0,27	0,25	0,26	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	
12		0,26	0,25						0,23	0,22	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	
14	0,28	0,28	0,29	0,28	0,26	0,26	0,27	0,25	0,25	0,24	0,24	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25
15	0,28	0,25	0,26	0,23	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,22
17	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23
19	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,24	0,25	0,25	0,24	0,22	0,25	
24	0,28	0,28	0,27	0,25	0,25		0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
26	0,31	0,30			0,30	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pathologisch regulierende Probanden

Pro- band Nr.	Herzaktionen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7				0,26	0,28	0,28	0,28	0,30	0,29	0,28	0,26	0,26	0,28	0,28	0,26	0,25	0,24
11	0,24	0,22	0,22	0,20	0,18	0,20	0,20	0,20	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	
16	0,29	0,28	0,27	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20
21	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	
22	0,27							0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20
23		0,27	0,26	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
25	0,31	0,30	0,30	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 2: Schlagvolumenabfall mit Wiederanstieg

Pro- band Nr.	Herzaktionen 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
28	0,35	0,35	0,35	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30	0,30	0,29	0,30	0,27	0,32	0,32	0,32	
29	0,30		0,30		0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,28	0,29	0,28	0,28	0,26	0,26	
32	0,29	0,28	0,27			0,23	0,24	0,23	0,23	0,23	0,22	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24
34	0,29	0,28	0,29		0,29	0,31	0,28	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,25	0,26
36	0,32	0,32	0,31	0,31	0,29	0,26	0,26	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
37	0,36	0,36	0,36	0,35	0,36	0,36	0,36	0,34	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
38	0,34	0,34	0,33		0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 3: Schlagvolumenabfall ohne Wiederanstieg

Pro- band Nr.	Herzaktionen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	0,36								0,35	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,30
6	0,33	0,33				0,33	0,32	0,30	0,30	0,31	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
7	0,34	0,34	0,34	0,34	0,31	0,32	0,32	0,32	0,30	0,32	0,33	0,33	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31
8	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,34	0,34	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,31
13	0,28						0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,24
14	0,37						0,35	0,35	0,33			0,31	0,29				
17		0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
18	0,30					0,28	0,26		0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
20	0,31	0,30	0,28				0,26	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 3: Schlagvolumenabfall ohne Wiederanstieg

Pro- band Nr.	Herzaktionen 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
22	0,29	0,29	0,28		0,28	0,27	0,27	0,26	0,26	0,25	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,20
23	0,32	0,33	0,32								0,26	0,26	0,26	0,28	0,26	0,24
25	0,28	0,28									0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
27	0,32	0,34			0,33	0,34	0,35	0,35	0,34	0,33	0,34	0,32	0,32	0,31	0,32	0,31
31	0,28	0,28	0,27	0,26		0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24
33	0,38	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,31	0,31	0,28	0,27		0,25	0,26	0,26	0,26	0,25

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 1: relative Konstanz des Schlagvolumens

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		0,278	0,275	0,273	0,258	0,263	0,256	0,250	0,245	0,245	0,243	0,240	0,237	0,233	0,233	0,203	
s		0,026	0,024	0,027	0,030	0,036	0,035	0,027	0,031	0,031	0,038	0,040	0,040	0,040	0,040	0,025	
n		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2	

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		0,276	0,265	0,259	0,248	0,244	0,238	0,229	
s		0,025	0,026	0,026	0,025	0,024	0,024	0,023	
n		4	4	4	4	4	3	3	

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 2: Schlagvolumenabfall mit Wiederanstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		0,260	0,258	0,255	0,253	0,246	0,243	0,232	0,232	0,232	0,232	0,228	0,222	0,218	0,222	0,218	0,220
s		0,018	0,013	0,017	0,019	0,015	0,015	0,013	0,013	0,016	0,016	0,018	0,016	0,019	0,019	0,017	0,027
n		4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	3

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		0,260	0,254	0,244	0,232	0,232	0,225	0,219	0,219
s		0,015	0,018	0,014	0,013	0,016	0,017	0,019	0,019
n		5	4	5	5	5	5	5	4

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 3: Schlagvolumenabfall ohne Wiederanstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		0,284	0,272	0,267	0,258	0,263	0,255	0,255	0,244	0,242	0,239	0,237	0,236	0,235	0,232	0,235	0,235
s		0,017	0,021	0,018	0,023	0,023	0,022	0,020	0,019	0,019	0,017	0,019	0,015	0,011	0,013	0,015	0,016
n		8	10	9	8	9	8	9	10	10	9	9	9	9	9	9	6

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		0,275	0,260	0,259	0,249	0,241	0,237	0,234	0,236
s		0,020	0,018	0,021	0,019	0,016	0,016	0,012	0,015
n		10	8	9	10	10	9	9	9

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe I

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pathologisch regulierende Probanden

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		0,280	0,272	0,265	0,259	0,250	0,248	0,249	0,248	0,240	0,234	0,233	0,231	0,230	0,227	0,224	0,220
s		0,027	0,031	0,027	0,033	0,041	0,031	0,032	0,029	0,029	0,024	0,026	0,032	0,033	0,023	0,022	0,024
n		5	5	6	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	5

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		0,275	0,261	0,249	0,248	0,237	0,232	0,229	0,224
s		0,026	0,028	0,035	0,029	0,026	0,029	0,028	0,021
n		6	7	6	7	7	7	7	7

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 2: Schlagvolumenabfall mit Wiederanstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		0,324	0,324	0,320	0,324	0,315	0,306	0,302	0,301	0,296	0,294	0,293	0,292	0,284	0,284	0,285	0,270
s		0,034	0,030	0,033	0,040	0,037	0,040	0,038	0,043	0,040	0,043	0,043	0,042	0,037	0,039	0,038	0,029
n		16	15	15	11	14	17	17	16	16	17	17	17	16	16	16	9

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		0,322	0,318	0,307	0,292	0,294	0,292	0,285	0,285
s		0,029	0,025	0,040	0,040	0,041	0,042	0,038	0,037
n		17	15	17	17	17	17	16	16

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Typ 3: Schlagvolumenabfall ohne Wiederanstieg

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$		0,322	0,313	0,306	0,312	0,320	0,303	0,300	0,295	0,285	0,282	0,280	0,273	0,271	0,270	0,268	0,264
s		0,034	0,028	0,032	0,040	0,027	0,037	0,037	0,039	0,034	0,035	0,040	0,036	0,037	0,037	0,036	0,037
n		14	11	8	5	8	11	11	13	13	13	14	15	14	14	14	14

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen

Herzaktionen		1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$		0,318	0,306	0,307	0,297	0,284	0,276	0,271	0,266
s		0,032	0,033	0,034	0,038	0,034	0,037	0,037	0,036
n		15	8	12	13	13	15	14	14

Austreibungszeit (sec) Altersgruppe II

Herzaktionen (1-16) ab Beginn des Kippens vom Liegen zum Stehen

Pathologisch regulierende Probanden

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei den einzelnen Herzaktionen:

Herzaktionen															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{x}$	0,336	0,318	0,307	0,303	0,301	0,302	0,301	0,295	0,282	0,277	0,271	0,264	0,271	0,265	0,264
s	0,014	0,041	0,037	0,038	0,032	0,016	0,017	0,020	0,028	0,033	0,034	0,040	0,036	0,033	0,029
n	6	7	6	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	4

Mittelwert, Streuung und Anzahl bei je zwei Herzaktionen:

Herzaktionen															
1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16
$\bar{x}$	0,320	0,306	0,299	0,298	0,280	0,268	0,263	0,320	0,306	0,299	0,298	0,280	0,268	0,266	0,263
s	0,042	0,034	0,032	0,019	0,030	0,037	0,029	0,042	0,034	0,032	0,019	0,030	0,037	0,035	0,029
n	7	7	7	6	7	7	5	7	7	7	6	7	7	7	5

Herrn Prof. Dr. med. B. Lang möchte ich für die freundliche Überlassung des Themas sowie die Arbeitsmöglichkeit in seinem Institut für präklinische Geriatrie herzlich danken.

Herrn Prof. Dr. med. K. Bachmann danke ich besonders für die Übernahme des Korreferates.

Mein aufrichtiger Dank gilt ferner Herrn Dr. med. Dr. med. dent. K. Kessel für seine große Hilfsbereitschaft bei der Fertigstellung der Arbeit.

Lebenslauf

Am 7. 5. 1952 wurde ich als 1. Kind des Lehrers Werner Woischke und seiner Ehefrau Doris, geborene Erhardt, in Lochau (Kreis Kulmbach) geboren.

Nach der Übersiedlung nach Bayreuth im Jahre 1955 besuchte ich von 1958 - 1962 die Graserschule und anschließend 9 Jahre lang das Graf-Münster-Gymnasium, an dem ich im Mai 1971 mein Abitur ablegte.

Im Wintersemester '71/72 immatrikulierte ich mich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg für Medizin. Im Sommersemester 1972 bestand ich das Vorphysikum und im Sommersemester 1973 das Physikum. Den ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (nach AOÄ) legte ich im August 1974 ab und den zweiten Abschnitt im August 1976. Ich beabsichtige, mein Studium nach Absolvierung des Internatsjahres im Oktober 1977 mit dem dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung abzuschließen.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hegl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990